المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج





تخصص اتصالات

اتصالات البيانات والشبكات

٢٤٦ تصل

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " **اتصالات البيانات والشبكات** " لمتدربي تخصص "**اتصالات**" في الكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

سبحان الله الذي خلق الإنسان متميزاً عن باقي المخلوقات بقدرته على التفكير والتمييز والابتكار والاختراع لقد كان الابتكار والاختراع متدرجا بمقدار حاجة الإنسان للتفاهم والاتصال وقد ازدادت هذه الحاجات مع زيادة المجتمعات الإنسانية فازداد التطور التكنولوجي و ظهر جلياً في مجال الإلكترونيات والاتصالات وظهرت آثاره واضحة في مجال تقنيات الحاسب وتقنيات الاتصالات مما أدى إلى ظهور العديد من الابتكارات الحديثة والتي بفضل الله تعالى يسرت للإنسان كثيراً من أمور الحياة وأتاحت له فتح مجالات جديدة في حياته المعاصرة . والأمثلة في ذلك كثيرة بدءاً من شبكات التراسل المتعددة مثل شبكات الهاتف الثابت وشبكات الهاتف الجوال وشبكات الخدمات الرقمية المتكاملة والانتشار الواسع في شبكات الحاسب المختلفة التي من أبرزها شبكة الإنترنت العالمية وتطبيقاتها المختلفة إلى تطبيقات الحاسب في مجال التجارة الإلكترونية والشبكات البنكية وآلات الصرف البنكية ونظم الحجز المركزي للطيران ونظم قواعد البيانات في مجال السياحة والفندقة والاقتصاد والصناعة والتعليم وغير ذلك.

ونظراً لأهمية هذه التقنيات في مجالات الاتصالات وشبكات الحاسب وضرورتها في حياتنا المعاصرة جرى تأليف هذه الحقيبة تحت "عنوان اتصالات البيانات والشبكات" لتزويد المتدربين بالمعارف والجوانب العلمية والعملية المختلفة والتي نأمل أن تسهم في تمكين متدرب هذا المقرر من استيعاب المبادئ الأساسية لاتصالات البيانات وشبكات الحاسب وتوسيع مداركه وإطلاعه على تطبيقاتها المختلفة وتمكينه من حسن الاستفادة منها في صورة مبسطة تشمل المبادئ التقنية والمعادلات والأمثلة الرياضية مع التوسع في شرح الجوانب التطبيقية بما يناسب تخصص متدربي هذا المقرر.

وفي البداية نود أن نلقي نظرة على عالمنا الصغير المحيط بنا والذي نعيش فيه وندرك أن حياتنا تشتمل على مجموعة متعددة من الشبكات المختلفة غير شبكات الاتصالات وشبكات الحاسب والتي نستخدمها ونتعامل معها والتي بدونها لا يمكن لحياتنا أن تسير أو تكتمل ونذكر منها :

١- **شبكات نقل القدرة الكهربية :**

هذه الشبكات تتكون من محطات توليد الطاقة الكهربية وخطوط الضغط العالي والكابلات ذات الضغوط المختلفة ومحطات المحولات ومحطات التحكم المختلفة وهي المسؤولة عن توفير الطاقة الكهربية لتشغيل الأجهزة والآلات الكهربية والإنارة في الأماكن المختلفة.

٢- **شبكات الطرق :**

هذه الشبكات تتكون من مجموعة الطرق السريعة خارج المدن والطرق الواسعة والبديلة داخل المدن بالإضافة إلى إشارات المرور التي تتحكم في سير السيارات وسيولتها لمنع الازدحام أو االاختناق في بعض النقاط وتوفير الشوارع البديلة لحل مشاكل الاختناقات لمنع حدوث أي حوادث.

٣- **شبكات تحلية وضخ المياه :**

تتكون هذه الشبكات من محطات تحلية المياه ومحطات التحكم في ضخ المياه داخل أنابيب نقل المياه الرئيسة والفرعية حتى تصل إلى المستفيدين في المنازل والمصانع والشركات والمستشفيات والمدارس والجامعات.

٤- **شبكات الخطوط الجوية :**

تتكون هذه الشبكات من المطارات وأبراج المراقبة ومكاتب الحجز والمسارات الجوية المحددة حتى لا تحدث الكوارث الجوية بالإضافة إلى تحديد المجالات الجوية التي تحدد خلالها المسارات الجوية التي تسلكها الطائرات.

٥- **شبكات الخطوط البحرية :**

تتكون هذه الشبكات من الموانئ البحرية ونقاط المراقبة والأرصفة بالإضافة إلى المسارات البحرية داخل المياه الإقليمية والدولية لكي تسلكها السفن المختلفة بحرية وأمان وبدون أي حوادث.

٦- **شبكات الغاز:**

تتكون هذه الشبكات من محطات استخراج الغاز ومحطات الضخ والتحكم في ضخ الغاز خلال الأنابيب الرئيسة والفرعية المختلفة حتى تصل إلى مستخدمي هذا الغاز سواء في المنازل أو المصانع أو المستشفيات أو غير ذلك.

٧- **شبكات الصرف الصحي:**

هـذه الشـبكات هـي المسـؤولة عـن ميـاه الصـرف الصـحي في جميـع أنحـاء المدينـة أو المحافظـة في المملكة أو الدولة وذلك بتجميعها من أماكنها المختلفة عن طريق أنابيب الصرف الصحي الرئيسة والفرعية المختلفة وضخها عن طريق محطات الضخ والتحكم فيها ثم معالجتها للاستفادة منها مرة أخرى في عمليات الري والزراعة واستصلاح الأراضي والأغراض الأخرى المختلفة.

مما سبق نجد أن هذه الشبكات المختلفة مهمة جداً في سير حياتنا ومع وجود شبكات الاتصالات والحاسبات المختلفة تكتمل منظومة الشبكات اللازمة والضرورية لمسيرة الإنسان على هذه الأرض. إن وظيفة شبكات الاتصالات أو شبكات الحاسب الرئيسة هي نقل أو تبادل المعلومات خلال الوسائط المختلفة والتي تعتمد على نوع الإشارة المراد إرسالها خلال هذا الوسط وعلى البروتوكولات المستخدمة لنقل هذه المعلومات. أيضاً لابد أن نتطرق لأنواع الشبكات ومكوناتها واحتياجاتها ومواصفاتها القياسية والنماذج المرجعية للاتصال بين وحدات هذه الشبكات وطرق التراسل المختلفة لضمان حماية المعلومات المراد نقلها من أي خطأ أو تداخلات ناتجة عن عمليات التراسل. وأخيراً لابد من التعرض للتطبيقات المختلفة لشبكات نقل البيانات والحاسبات والله نسأل أن يكون هذا الجهد المتواضع الذي تم بذله مفيداً لأبنائنا المتدربين والله تعالى من وراء القصد وهو الموفق والهادي لكل خير.

اتصالات البيانات والشبكات

مقدمة عن اتصالات البيانات والشبكات

الوحدة الأولى: مقدمة عن اتصالات البيانات والشبكات

الجدارة:

الإلمام بأسس ومبادئ اتصالات البيانات والشبكات والتعريف بالجوانب الأساسية لتقنياتها.

الأهداف:

عندما تكتمل هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً بإذن على:

١- التعرف على الأنواع المختلفة للشبكات واتصالات البيانات.

٢- التعرف على المكونات المادية للشبكة.

٣- التعرف على شبكات الحاسب ومعايير بناء تلك الشبكات.

٤- التعرف على التطبيقات التي تستخدم فيها هذه الشبكات.

٥- التعرف على النماذج المرجعية المختلفة للاتصال بين الشبكات.

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب على محتويات هذه الحقيبة: ٦ ساعات.

الوسائل المساعدة:

تنفيذ التدريبات العملية في المعمل.

متطلبات الجدارة:

اجتياز جميع المقررات السابقة.

١- ١ مقدمة

في هذه الوحدة سنقوم بعرض مبادئ وأسس اتصالات البيانات وشبكات الحاسب ونقوم بالتعريف بالجوانب الأساسية لتقنيتها.ونلاحظ هنا أننا أمام مهام ثلاث: المهمة الأولى وهي اتصالات البيانات والمهمة الثانية هي شبكات الحاسب والمهمة الثالثة هي كيفية الربط بين هذه المهمات.

كثيراً ما يستخدم تعبير تراسل البيانات Data Transmission أو اتصالات البيانات Data Communication كمرادف لشبكة الحاسب ولكن في الحقيقة توجد بينهما فروق دقيقةلابد أن تؤخذ في الاعتبار حيث يقصد بتراسل البيانات لدى المتخصصين في هذا المجال بأنها " عملية تبادل أو نقل البيانات بين أي وحدتين ترتبطان بوسيلة اتصال " ومن هذا التعريف نجد أن تراسل البيانات يحدث بين وحدتين مترابطتين بقناة اتصال تمتد بين موقعين (نقطتين) بالشبكة مهما كان نوع الأجهزة المستخدمة في هذه الوحدات من أجهزة تحكم أو اتصال أو حاسب، بينما تتحقق شبكة الحاسب بوجود عدد من الوحدات المترابطة وليس وحدتان فقط ويكون الارتباط مباشراً أو غير مباشر، كما أن نوع وحدات شبكة الحاسب يقتصر على أجهزة الحاسبات المستقلة بذاتها (بالإضافة طبعاً إلى الطرفيات الأخرى المكملة للشبكة) بينما تشمل وحدات تراسل البيانات كافة الأجهزة الرقمية، أيضاً تعريف تراسل البيانات يقصد به بيانات المعلومات المتبادلة التي يتم تمثيلها بأعداد رقمية ثنائية (١،٠) كالبيانات التي تصدر عن أجهزة الحاسب والميكروبروسيسور والوحدات الطرفية للحاسب Terminals وبالتالي فهي لا تشمل البيانات غير الرقمية كالصور والأصوات والرسومات عند تبادلها بهيئتها الأصلية.

أما شبكات البيانات Data Networks فهو تعبير أشمل من شبكات الحاسب حيث يقصد بها "تبادل المعلومات بين وحدات البيانات (التي تشمل كافة الأجهزة الرقمية) عبر هذه الشبكة ".

أما تعبير اتصالات الحاسب Computer Communication فهو تعبير أشمل من شبكة الحاسب حيث يقصد به " تبادل المعلومات بين أي جهازي حاسب سواء أكانا مرتبطين مباشرة بقناة اتصال تمتد بين موقعين (نقطتين) أو مرتبطين عبر الشبكة، بينما تتحقق شبكة الحاسب بوجود عدد من الوحدات المترابطة ليس جهازان فقط كما إن مهام شبكة الحاسب لا تقتصر على تبادل المعلومات بل تشمل غير ذلك مثل الاشتراك في مصادر الشبكة المختلفة وبذلك فإن كل شبكة حاسب يتحقق بها مفهوم اتصالات الحاسب ولكن ليس كل اتصال حاسب يعد شبكة حاسب.

١- ٢ الشبكات

يمكن تعريف الشبكة على أنها عدد من الوحدات Nodes المترابطة فيما بينها من خلال وسائل الاتصال المختلفة، وتقوم هذه الشبكة بتبادل المعلومات فيما بينها.والاشتراك في المصادر عبر هذه الشبكة. ويقصد بالوحدات في هذا التعريف بأنها " المعدات والتجهيزات الإلكترونية ذات المقدرة على إرسال واستقبال المعلومات " ومن أمثلة ذلك الحاسب الشخصي والهاتف الثابت، والهاتف الجوال، وأجهزة التحويل والتبديل كالمقاسم وكلها أجهزة لها القدرة على تبادل المعلومات مع بعضها البعض وترتبط الوحدات فيما بينها في الشبكة من خلال وسائل الاتصال المختلفة والتي يطلق عليها قناة الاتصال أو قناة التراسل والتي يمكن أن تمتد بين موقعين (نقطتين) بالشبكة مما يتيح نقل البيانات والإشارات بين هذين الموقعين بالشبكة ومن أمثلة قنوات الاتصال أو التراسل الأسلاك المزدوجة، والكابلات المحورية، والألياف البصرية وقناة البث اللاسلكي كالأقمار الصناعية وخطوط الميكروويف وما إلى ذلك.
المقصود بالترابط بين وحدات الشبكة هو تبادل المعلومات والتي تتمثل في أشكال مختلفة كأن تكون مكالمات هاتفية أو بيانات حاسب رقمية أو أفلاماً أو صوراً مرئية أو نصوصاً مكتوبة أو غير ذلك. كما يهدف الترابط إلى الاشتراك في ما يوجد على الشبكة من موارد يمكن الاستفادة منها مثل قواعد البيانات أو المعلومات أو برامج أو أجهزة خاصة للطباعة أو التخزين أو المعالجة.

١- ٢- ١ الأنواع الرئيسة للشبكات

يمكن تصنيف الشبكات إلى عدة أنواع رئيسة بناء على الهدف من بناء الشبكة ونوعية الوحدات الطرفية المترابطة بالشبكة كما يلي:

أ- **شبكة الاتصال:** هي الشبكة التي يكون الهدف من إنشائها توفير خدمات الاتصال وتكون وحداتها المترابطة " أجهزة مصممة خصيصاً للاتصالات ويقتصر عملها على ذلك" مثل جهاز الهاتف الثابت والجوال والتلفزيون والنداء الآلي (البيجر) وشبكاتها مثل شبكة الهاتف الثابت وشبكة الهاتف الجوال وشبكة البث التلفاز ي وشبكة النداء الآلي والتي تصمم وحداتها لتقديم خدمة الاتصال عن بعد بين الأفراد والهيئات والأماكن المختلفة وغير ذلك.

ب- **شبكة الحاسب:** هي الشبكة التي يكون الهدف من إنشائها تحقيق تبادل المعلومات والبرامج وإعداد المستندات والترابط بين وحداتها من الحاسبات المختلفة (شخصي او متوسط-

او عملاق) والأجهزة الأخرى المساندة للحاسب، مثل شبكة الحاسب المحلية في الجامعات والمدارس والشركات والهيئات المختلفة.

ت- **شبكة النقل:** هي الشبكة التي يكون الهدف من إنشائها توجيه ونقل البيانات والمعلومات من موقع إلى آخر أي إن الوحدات المترابطة بهذه الشبكة هي أجهزة معالجة لا تنشئ بيانات أو معلومات منها وإنما يقتصر عملها على تحويل ومعالجة البيانات والمعلومات وتجميعها ونقلها عبر خطوط الاتصال المختلفة مثل وحدات المقاسم (السنترالات)، ووحدات التعدد MUX ، وشبكة الأقمار الصناعية، وشبكة الإرسال الخلوي وشبكة مقاسم النقل غير المتزامنATM .

ث- **شبكات التحكم الرقمية:** هي الشبكة التي يكون الهدف من إنشائها القيام بعمليات القياس والتحسس والتحكم في المعدات والعمليات المختلفة. وتكون وحدات هذه الشبكة من الأجهزة الرقمية المعتمدة على المعالجات الدقيقة (Microprocessor) والتي تتبادل البيانات بينها وتقوم بعمليات التحسس والقياس والتحكم. ومن أمثلة تلك الشبكات: شبكات التحكم في أجهزة التكييف وشبكات نظم الرادار والملاحة الجوية وشبكات أجهزة الدفاع العسكرية والأمنية ونظم المراقبة والحماية والإنذار وشبكات الاستشعار والتحكم في مفاعلات الطاقة أو معامل التكرير لضبط العمليات الصناعية والضغط وشبكات الإنتاج الآلي وضبط الجودة وغير ذلك.

والجدير بالملاحظة هنا أن تقسيم الشبكات إلي هذه الأنواع لا يعني في بعض الأحوال أن هذه الشبكات منفصلة عن بعضها البعض حيث إنه كثيراً ما يتم الربط بين نوعين أو أكثر من هذه الشبكات فعلى سبيل المثال تستخدم شبكة الاتصال عبر الأقمار الصناعية ضمن البنية الأساسية لشبكة الاتصال الهاتفي لتبادل المكالمات الهاتفية عبر الأقمار الصناعية. كما يمكن لشبكة الحاسب أن تستخدم شبكة الاتصال لربط أجهزة ووحدات الشبكة في الأماكن المتباعدة عن بعضها البعض مثل شبكة الإنترنت والتي تستخدم شبكة الاتصال الهاتفي في المنازل والجامعات والمؤسسات.

أيضا فإن التطور العلمي في تقنيات الحاسبات والاتصالات أدى إلى إنشاء شبكة موحدة عامة يتحقق من خلالها دمج أنواع الشبكات المختلفة وتقديم كافة خدماتها على مختلف أنواعها. ويطلق على هذه الشبكة اسم " شبكة الخدمات الرقمية المتكاملة Integrated Service Digital Network (ISDN) وتوفر هذه الشبكة التكاليف والجهد والوقت وتقديم كافة الخدمات المتكاملة مهما كان نوعها.

١- ٢- ٢ المكونات المادية للشبكة

يتم بناء الشبكات كما سبق بيانه أساساً من الوحدات المترابطة ووسائل الاتصال، والتي تسمى المكونات المادية أو العتادية للشبكة وهي:

أ- أجهزة المشترك النهائي في الشبكة (End User Modules)

تعتبر هذه الأجهزة وحدات مترابطة خدمية مستقلة بذاتها وتقدم خدمات الشبكة للمشتركين منها، ومنها تبتدئ البيانات التي ترسل عبر الشبكة وإليها تعود، ومن أمثلتها أجهزة الحاسبات وأجهزة الاتصالات كالهاتف والأجهزة الرقمية المستخدمة للقياس والتحكم، ويطلق على أجهزة المشترك مسميات متعددة مثل جهاز المضيف Host أو النهاية الطرفية للبيانات Data Terminal Equipment (DTE) ، أو النظام الطرفي End System.

ب- أجهزة المعالجة أو المواجهة Interface Processing Modules

تعتبر هذه الأجهزة وحدات مترابطة لا تنشئ بيانات وإنما تقوم بمعالجتها وتنجز مهام محددة داخل الشبكة كالاتصال أو التعديل أو التوجيه للإشارات أو المواءمة بين وسائل الاتصال. ومن أمثلة ذلك جهاز المودم وأجهزة تحويل وتبديل البيانات كالمقاسم.

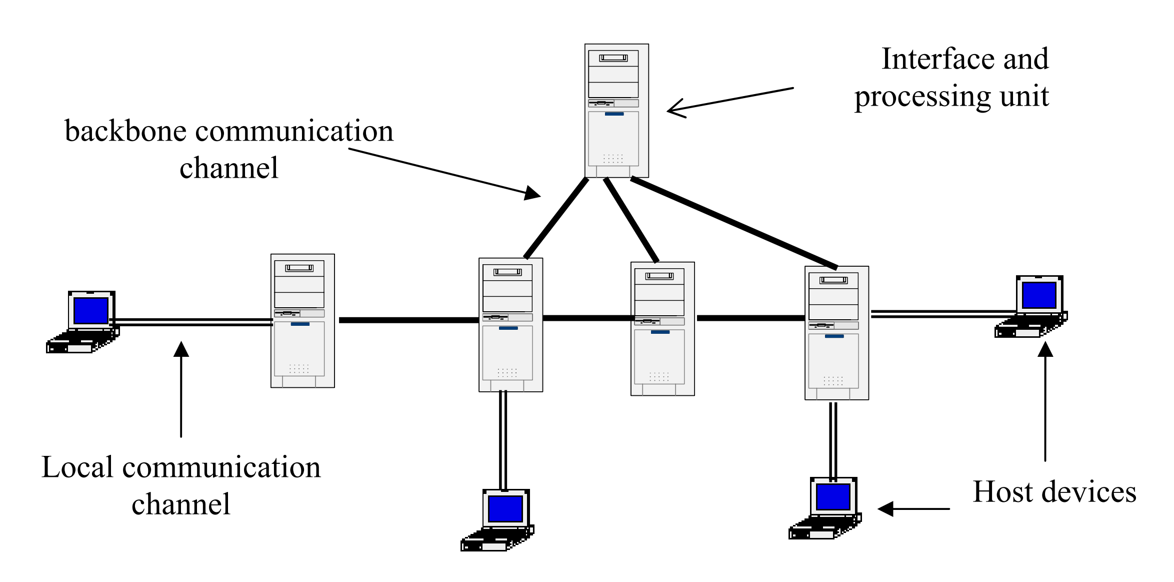
ت- قناة الاتصال في الدائرة المحلية Local Circuits

وهي وسائل اتصال محلية تربط أجهزة المشتركين كالحاسبات وغيرها بالشبكة في منطقة محدودة المسافة أو قصيرة المدى. مثال ذلك، كيبل التوصيل الذي يربط جهاز الحاسب بالمودم أو بالشبكة المحلية داخل المبنى. أو كيبل الأسلاك المزدوجة الذي يربط جهاز الفاكس والهاتف في المنزل بالمقسم المجاور للمنزل.

ث- قناة الاتصال الهيكلية Backbone Channel

وهي تسمى أيضا القناة بعيدة المدىTrunks وهي تعتبر من وسائل الاتصال التي تربط بين وحدات المعالجة والمواجهة في الشبكة وقد تمتد هذه القناة بين عدة أدوار في مبنى أو عدة مبان في مجمع أو بين عدة مناطق متباعدة عن بعضها البعض بمسافات شاسعة. مثل، الكيبل المحوري أو كيبل الألياف البصرية الذي يربط أجهزة الحاسب بالمبدلات أو مجمعات الشبكة أو أجهزة المقاسم الهاتفية بين المدن والمناطق المتباعدة جغرافياً.

الشكل(١- ١) يبين شبكة بسيطة ومكوناتها المادية حيث تتكون من عنصرين أساسيين هما الوحدات المترابطة ووسائل الاتصال. وتتمثل الوحدات المترابطة في نوعين: وحدات المشتركين ووحدات المعالجة والمواجهة، بينما تتمثل وسائل الاتصال في: وسائل الاتصال للدائرة المحلية ووسائل الاتصال الهيكلية أو بعيدة المدى.



الشكل ١- ١

ولتوضيح ما سبق نأخذ شبكة الاتصالات الهاتفية كمثال فنجد أن جهاز المشترك أو النهاية الطرفية هو الهاتف الثابت الذي يستخدم لمكالمات المشترك، ووحدة المعالجة هي جهاز المقسم (السنترال) الذي يقوم بتحويل المكالمات،وتمثل الأسلاك المزدوجة المعتادة في المبنى أو الحجرة الدائرة المحلية أو دائرة التوصيل بينما تكون الدائرة بعيدة المدى ممثلة في الكيبل المحوري أو كيبل الألياف البصرية والتي تربط المقاسم بعضها ببعض. بينما في شبكة الحاسب المستخدمة في المصارف نجد أن جهاز المشترك أو النهاية الطرفية هو الحاسب الشخصي لموظف المصرف ووحدة المعالجة هي بطاقة الربط الشبكي داخل الحاسب أو المودم وتمثل الأسلاك المزدوجة أو الكيبلات المحورية في المبنى الدائرة المحلية، بينما الدائرة البعيدة المدى تكون ممثلة في كيبل الألياف البصرية أو البث الميكروويفي الذي يربط فروع المصرف بعضها ببعض في شبكة كبيرة بين المدن المختلفة.

١- ٣ شبكة الحاسب

يمكن تعريف شبكة الحاسب على أنها " عدد من الحاسبات المستقلة بذاتها والوحدات المساندة لها الموضوعة في أماكن مختلفة ومساحات مختلفة والمترابطة من خلال وسائل الاتصال وتقوم هذه

الحاسبات بتبادل المعلومات والاشتراك في المصادر فيما بينها. المقصود بالحاسبات المستقلة هي أن يكون لتلك الحاسبات القدرة الذاتية على أداء المهام والاستخدام لأغراض متنوعة حتى لو كان منفصلا عن الشبكة مثل إعداد المستندات ومعالجة الصور والرسوم وغير ذلك وبالتالي تخرج هذه الوحدات الطرفية العجماء التي لا يمكن عملها دون الارتباط بجهاز حاسب مركزي والتي تكون علاقة ارتباطها بالحاسب هي علاقة السيد بالمسود Master/Slave.

شبكات الحاسب كما في الشبكات الأخرى لها قواعد أساسية لضمان أمانة نقل المعلومات، وهذه القواعد هي:

١- يجب نقل المعلومات بأمانة ودون أي مؤثرات أو تداخلات.

٢- يجب نقل المعلومات متكاملة بحيث تستطيع الشبكة معرفة محطة هدف المعلومات.

٣- قدرة حاسبات الشبكة على معرفة هوية كل منها.

٤- وجود طريقة قياسية لتسمية ومعرفة أجزاء الشبكة.

٥- يجب نقل المعلومات بسرعة ودقة ووثوقية واعتمادية.

ما الغرض من بناء شبكات الحاسب ؟

الغرض من بناء شبكات الحاسب هو:

١- زيادة كفاءة التراسل.

٢- تقديم الإجراءات والتطبيقات القياسية بين مشتركي الشبكة.

٣- تقديم الأفكار المختلفة والمواضيع في صورة منتدى أو مؤتمر مشترك تطرح فيه الأفكار.

٤- تبادل المعلومات في كافة المجالات مهما بعدت المسافات.

٥- الحصول على معلومات خاصة من المراكز المتخصصة.

١- ٣- ١ معايير بناء شبكة الحاسب

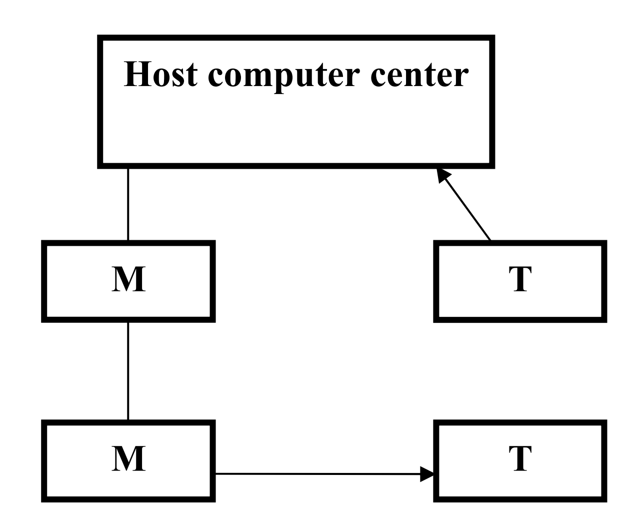
توجد عدة معايير تؤخذ في الاعتبار عند بناء شبكة الحاسب وهذه المعايير تكون:

١- ٣- ١- ١ وفقا لموقع معالج البيانات

وهناك عدة أنواع من هذه الشبكات نذكر منها:

١- شبكات الحاسبات المركزية

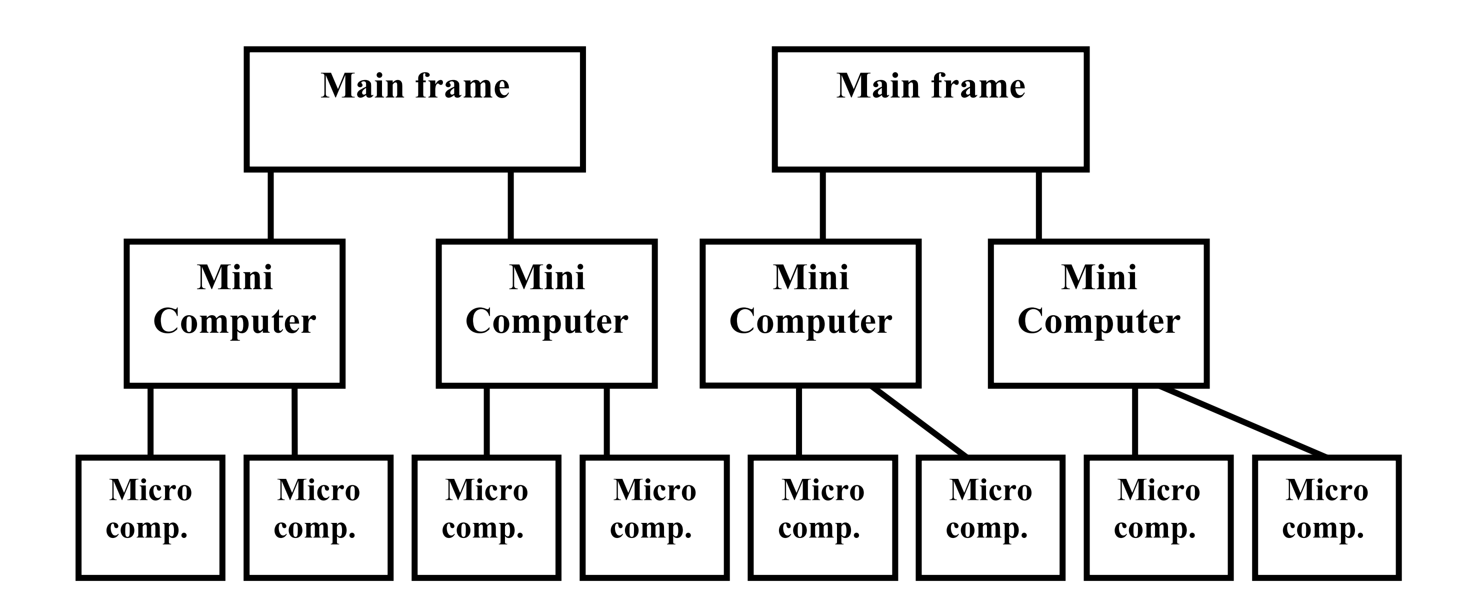
في هذه الحالة، تتم معالجة البيانات عن طريق الحاسبات العملاقة mainframes بمركز الحاسبات أي إن المعالجة مركزية في نقطة واحدة. نلاحظ هنا أن الحاسب المركزي يحتوي على حزم برامج ضخمة ومتنوعة للاستخدامات المختلفة وقاعدة بيانات مركزية وشكل بيانات ذات مواصفات قياسية إلا أن المشكلة هنا هي التكلفة العالية وارتباط كل المشتركين بالمركز وتوقف النظام كله في حالة حدوث عطل في الحاسب المركزي كما هو مبين في الشكل (١- ٢).



الشكل(١- ٢)

٢- شبكات الحاسبات الموزعة:

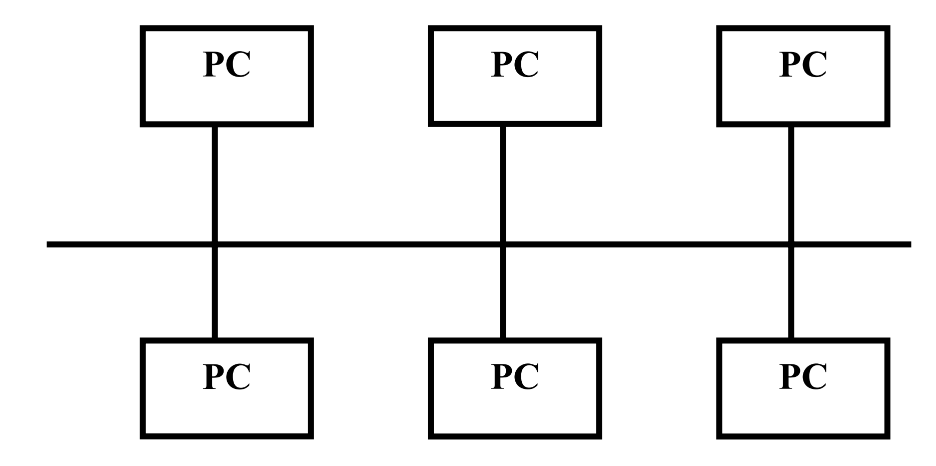
يقصد بتلك الشبكات تلك النظم التي تتيح من خلال برمجيات ونظم تشغيل خاصة بالشبكة أن يقوم مستخدم الشبكة بالتعامل مع الحاسبات المختلفة (حاسبات عملاقة- أو حاسبات متوسطة- أو حاسبات صغيرة) دون أن يظهر للمشترك أي تحديد لهوية وذاتية الحاسب الذي يتعامل معه (الشبكة غير ظاهرة له) فشبكة الحاسبات تحتوي على برمجيات خاصة تنوب عن المستخدم في إدارة أعمال الشبكة ومن ذلك أن يقوم المشترك بطلب ملف أو تخزين بيانات فيقوم نظام التشغيل الخاص بالشبكة بالتنسيق في ذلك وإجراء كافة العمليات في الشبكة من توزيع مهام المعالجة أو الملفات بين أجهزة الحاسب في الشبكة تلقائياً دون أن يظهر للمشترك أي من حاسبات الشبكة جرى التخزين عليه أو استرجاع الملفات والبيانات منه. ولذلك يمكن القول بأن شبكة الحاسب الموزعة هي شبكة من الحاسبات المستترة عن مستخدم هذه الشبكة. وعليه يمكن القول بأن شبكات الحاسبات الموزعة تعتبر شبكات حاسب بمزايا خاصة، ولكن ليس كل شبكة حاسب تعد شبكة حاسب موزعة.كما هو مبين في الشكل (١- ٣).



الشكل ١- ٣

٣- شبكات الحاسبات المتوازية:

يقصد بتلك الشبكات المكونة من مجموعة من الحاسبات التي تعمل معا (حاسبات متوسطة- حاسبات صغيرة) والتي تكون وسائل الاتصال بينها عبارة عن معابر قصيرة جدا في أطوالها ولكن هذه الشبكات تعتبر من التقنيات القديمة وبالتالي لا يمكنها التوافق أو التناغم مع التقنيات الحديثة.كما هو مبين في الشكل (١- ٤).



الشكل ١- ٤

١- ٣- ١- ٢ وفقا لطبوغرافية أو شكل الشبكة

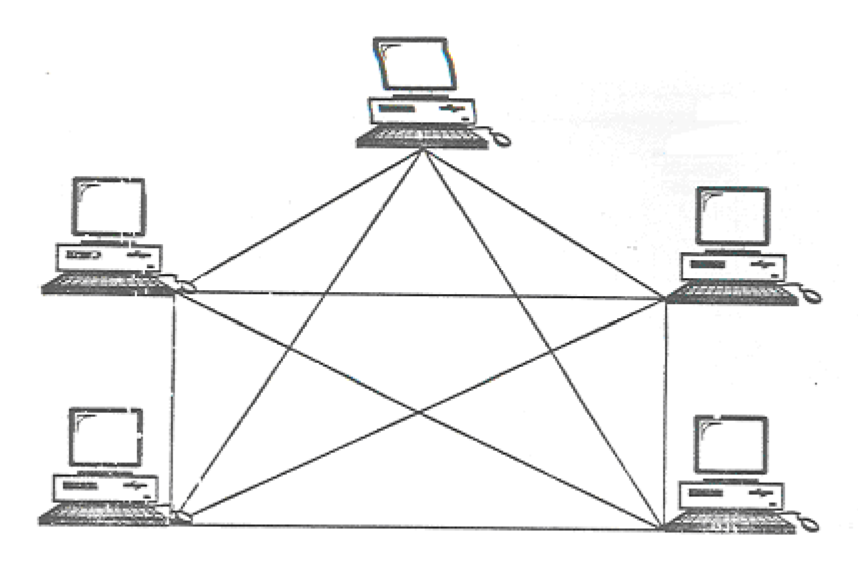
المقصود بطبوغرافية الشبكة، التوزيع الفيزيائي والمنطقي لمكونات الشبكة أو الشكل الهندسي الذي تأخذه مكونات الشبكة عندما تتصل ببعضها البعض في المكان الذي سوف تقوم الشبكة فيه بأداء مهامها (مكتب أو مبنى أو عدة مبان- أوغير ذلك). توجد عدة أنواع للأشكال الهندسية (طبوغرافية) للشبكة نذكر منها :

١- شكل الخلية **Mesh Topology**

في هذا الشكل الهندسي من الشبكات، كل وحدة تختص بعمل قناة اتصال من نوع point-to-point لكل وحدة من وحدات الشبكة الأخرى وهذا معناه أن كل وحدة أو محطة تكون متصلة مباشرة بكل وحدة أو محطة أخرى على الشبكة بدون استخدام وحدة تحكم مركزية. نلاحظ أنه كلما زاد عدد وحدات الشبكة فإن عدد كيبلات التوصيل يزداد ويصبح هذا النوع من الشبكات غير عملي.كما هو مبين في الشكل(١- ٥).

المعادلة التي تستخدم لبيان العلاقة بين عدد الوحدات أو المحطات N وعدد الوصلات بين هذه الوحدات M هي:

$$M = N(N-1)/2$$



شكل ١ – ٥

المميزات:

- قلة تكلفة.
- سرعة التراسل العالية.
- سهولة الإعداد والتركيب.

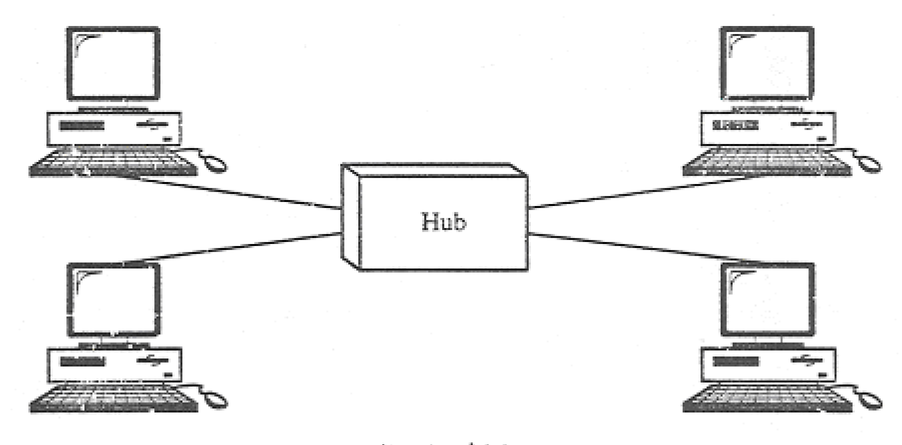
العيوب:

- كلما زاد عدد المحطات ازداد الاحتياج لقنوات ربط كثيرة مما يجعل هذا النوع من الشبكات غير عملي.

٢- الشكل النجمى Star Topology

في هذا النوع من الشبكات يتم ربط جميع وحدات الشبكة بجهاز تحكم مركزي (مجمع-مبدل) بحيث يكون هناك ممر اتصال ثابت بين كل وحدة والجهاز المركزي لذلك لا يمكن لأي وحدة من وحدات الشبكة أن تتصل مباشرة بأي وحدة أخرى إلا عن طريق هذا الجهاز المتحكم المركزي الذي يقوم بدور المحول أو المبدل. كما هو مبين في الشكل(١- ٦).





شكل ١-٦

المميزات:

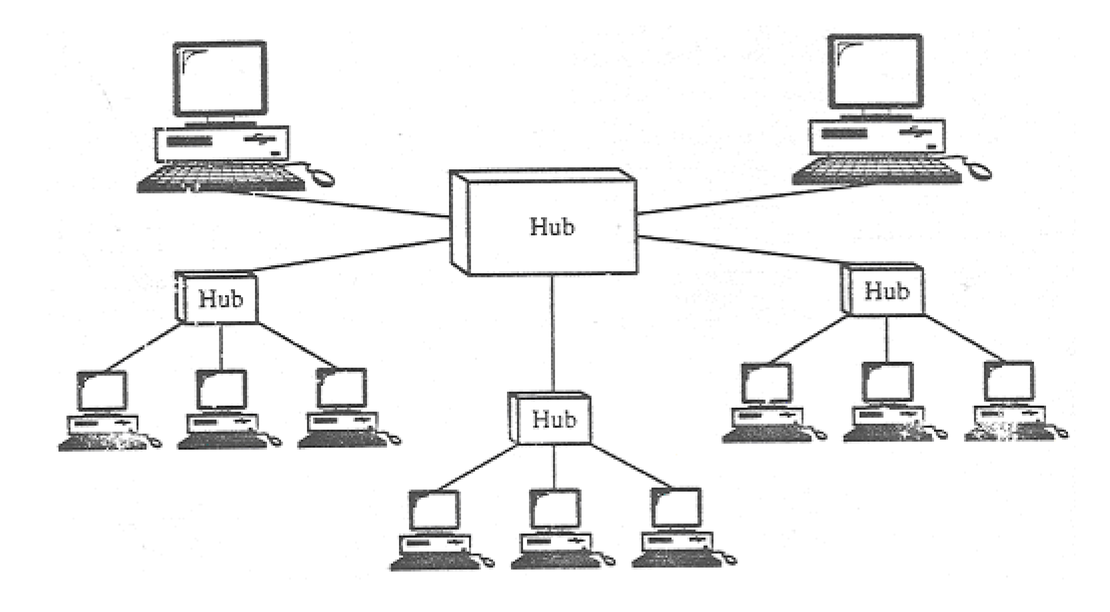
- قلة عدد الوصلات اللازمة للتوصيل قليلة.
- سهولة التوسع وملاءمتها للمسافات الطويلة.
- عدم تأثير عطل أي محطة على عمل بقية الشبكة.
- سهولة الصيانة والتشغيل نظراً لوجود معظم التوصيلات وبرامج الشبكة في الجهاز المركزي.

العيوب:

- التكلفة عالية جداً للشبكات الكبيرة.
- توقف الشبكة عن العمل في حالة تعطل الجهاز المركزي.
- الحاجة إلى بروتوكول مركزي لتشغيل وإدارة وتحكم الشبكة.

٣- شكل الشجرة Tree Topology

هذا الشكل من الشبكات يختلف عن الشكل النجمي، شكل الشجرة يحتوي على وحدة تحكم مركزية تتحكم في جميع أفرع الشبكة. كل فرع من أفرع الشبكة يحتوي على وحدة تحكم أخرى تقوم بالإدارة والإشراف والتحكم في مجموعة الوحدات الخاصة بها كما تقوم بنقل الرسائل إلى جميع وحدات الشبكة عن طريق وحدة التحكم المركزية.كما هو مبين في الشكل (١- ٧).



شكل ١ -٧

المميزات :

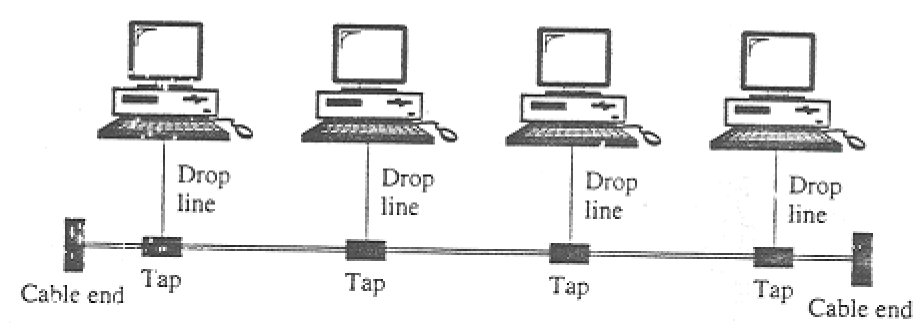
- سهولة التوسعة.
- إمكانية عزل العطل بسهولة.

العيوب :

- يعتمد عمل الشبكة على حسن أداء جهاز التحكم المركزي للشبكة حيث قد يؤدي عطل هذا الجهاز إلى عزل بعض أجزاء الشبكة.

٤- الشكل الخطي أو المعبر Bus Topology

كل الأشكال السابقة للشبكات تعتبر كأنها من النوع point-to-point، أما في الشكل الخطي فإن توزيع وحدات الشبكة على قناة التراسل تعتبر كأنها من النوع multipoint حيث نجد أن كل وحدات الشبكة مرتبطة بقناة اتصال واحدة كأنها العمود الفقري للشبكة عن طريق نقاط توصيل كما هو مبين في الشكل(١- ٨).



شكل ١-٨

المميزات:

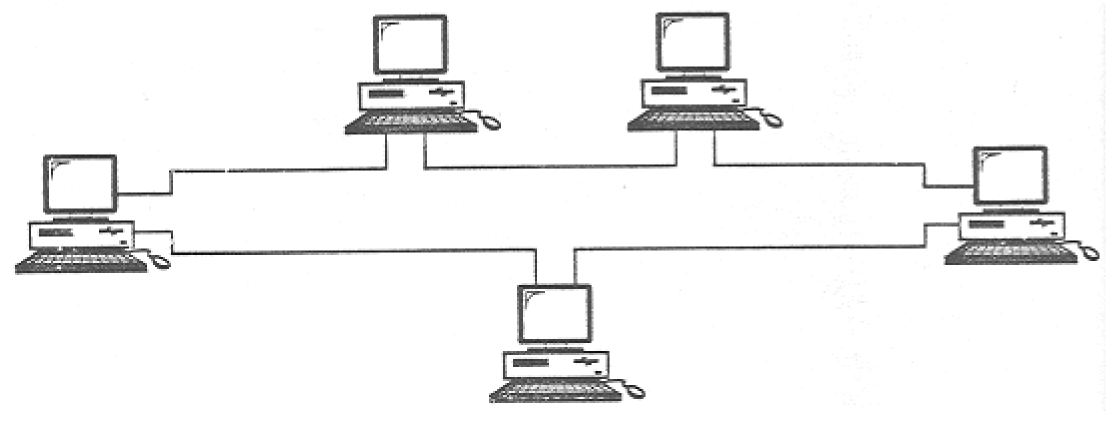
- بساطة التكوين وقصر التمديدات.
- بساطة الشكل المعماري لها نظرًا لوجود قناة واحدة للربط.
- يمكن حذف أو إضافة أي وحدة إلى الشبكة بدون التأثير على تشغيل الشبكة.
- الولوج أو الدخول إلى الشبكة أو لأي وحدة من وحدات الشبكة ممكن لكن باستخدام بروتوكول التحكم الخاص بهذه الشبكة.

العيوب:

- أي قطع أو أي عطل في قناة الاتصال الرئيسة يؤدي إلى توقف الشبكة عن العمل.
- لا توجد سرية للبيانات المرسلة حيث يمكن لكل وحدة الاطلاع على ما يرسل خلال الشبكة.
- لا يوجد وقت محدد للانتظار حتى يستطيع المشترك استخدام الشبكة بعد انتهاء المشترك الآخر من عملية الاتصال.
- صعوبة تحديد وعزل العطل في حالة عدم وجود مركزية في الشبكة.
- الحاجة إلى إضافة أجهزة تضخيم الأشارة في الشبكة عند امتدادها لمسافات كبيرة نظراً لضعف الإشارة بعد انتشارها لتلك المسافات عبر قناة الاتصال.
- يتطلب هذا النوع من الشبكات وجود قدرات معالجة وبرمجيات مناسبة في كل وحدة لكي يتم اتصالها بالشبكة.

٥- الشكل الحلقي Ring Topology

في هذا النوع من الشبكات يتم توصيل كل وحدات الشبكة بقناة التوصيل بحيث تشكل فيما بينها حلقة أو دائرة. و كل وحدة من وحدات الشبكة تحتوي على مضخم لإعادة تشكيل وتكبير الإشارة المارة على هذه الوحدات في اتجاه واحد ثم إعادتها إلى الحلقة مرة أخرى وهكذا إلى الوحدة التي تليها حتى تصل إلى المحطة الهدف، وبتكرار هذه العملية يعاد وصول البيانات المرسلة لمصدر البيانات (مصدر الإرسال) وبالتالي يتأكد من سلامة الوصول. كما هو مبين في الشكل (١- ٩)



شكل ١ -٩

المميزات:

- سهولة توسعتها.
- حاجاتها لعدد قليل من الوصلات.
- حاجاتها إلى عدد قليل من خطوط التوصيل في حالة توسعة الشبكة.
- الولوج أو الدخول إلى الشبكة أو لأي وحدة من وحدات الشبكة يكون ممكنا لكن باستخدام بروتوكول التحكم الخاص بهذه الشبكة.

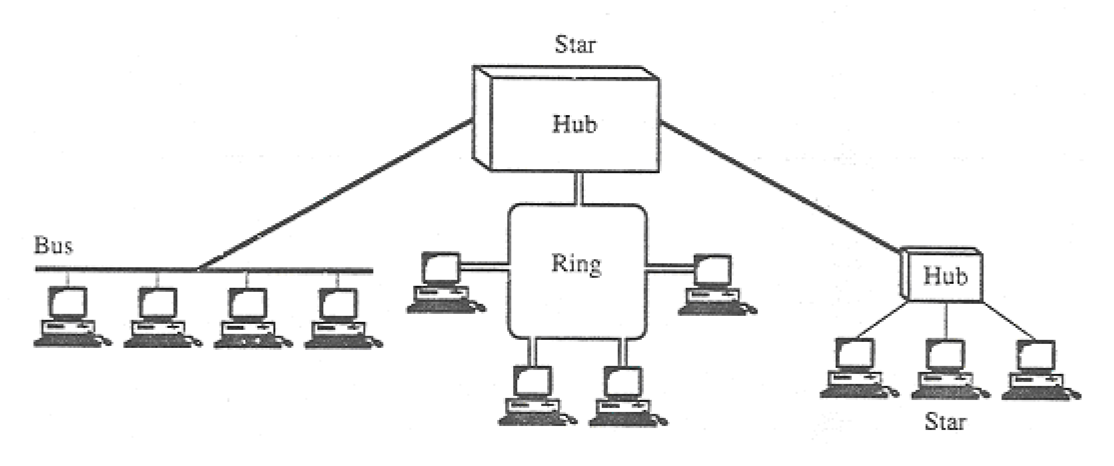
العيوب:

- إذا حدث عطل في إحدى وحدات الشبكة أو إحدى دوائرها ، فإن الشبكة كلها سوف تتوقف عن العمل.
- توقف الشبكة عن العمل إذا حدث قطع أو عطل في قناة الاتصال المكونة للحلقة.
- تناسب الوقت المحدد للتراسل مع عدد المحطات المرتبطة بالشبكة.
- عدم وجود سرية للبيانات المرسلة حيث يمكن لكل وحدة الاطلاع على ما يرسل خلال الشبكة.

- عدم وجود وقت محدد للانتظار حتى يستطيع المشترك استخدام الشبكة بعد انتهاء المشترك الآخر من عملية الاتصال.

٦- الشكل المشترك أو الهجيني Hybrid Topologies :

عندما تتصل عدة شبكات صغيرة أو أجزاء منها ذات أشكال هندسية معاً في شكل هندسي كبير يضم كل تلك الشبكات الصغيرة فإن المسمى الجديد لهذا الشكل يسمى " الشكل المشترك أو الهجيني" كما هو مبين في الشكل(١- ١٠).



شكل ١-١٠

١- ٣- ١- ٣ وفقا للمساحة الجغرافية

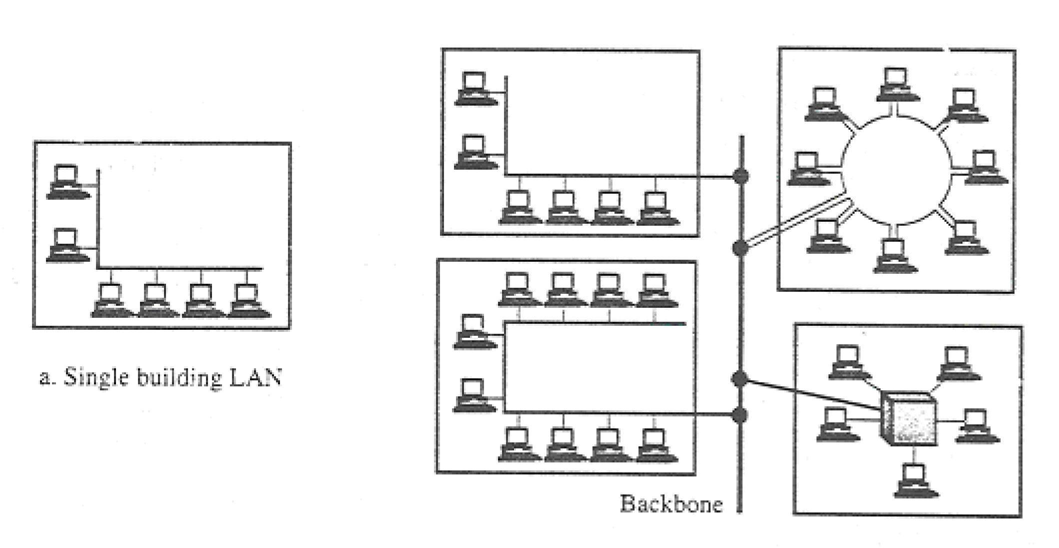
يمكن تقسيم الشبكات إلى عدة أنواع تبعاً للمساحة الجغرافية التي تنشأ فيها هذه الشبكة (مكتب- أو مبنى- أو عدة مباني- مدينة- أو دولة أو مملكة- أو قارة- أو عدة قارات- وهكذا) كما يلي:

١- شبكة الحاسب المحلية Local Area Network (LAN)

شبكة الحاسب المحلية يمكن تعريفها على أنها مجموعة من الحاسبات والأجهزة المساندة كالطابعات والمعالجة والتبديل والتخزين متصلة مع بعضها البعض لكي تؤدي الغرض الذي من أجله تم بناء هذه الشبكة في مساحة جغرافية محدودة مثل مبنى إداري أو كلية جامعية أو معامل الحاسبات بالمعاهد والمدارس أو مؤسسة وقد تمتد هذه الشبكة إلى مسافة أقل من ١٠ ك. مترو تكون هذه الشبكة مملوكة لمؤسسة أو هيئة خاصة.

وتتميز الشبكة المحلية بسرعة تراسل عالية نظراً لقصر المسافة بين وحداتها وتحقيق سهولة الاتصال وتبادل البيانات بين مستخدمي الشبكة وتحقيق الاعتمادية والاشتراك في مصادر الشبكة.

وتتنوع شبكات الحاسب المحلية بحسب شكل الشبكة الخارجي (الهندسي) ومداولة أو طريقة الوصول للشبكة وكذلك بحسب سرعة التراسل وتقنية قنوات الاتصال للشبكة. الشكل(١- ١١) يبين مخططات للشبكة المحلية.

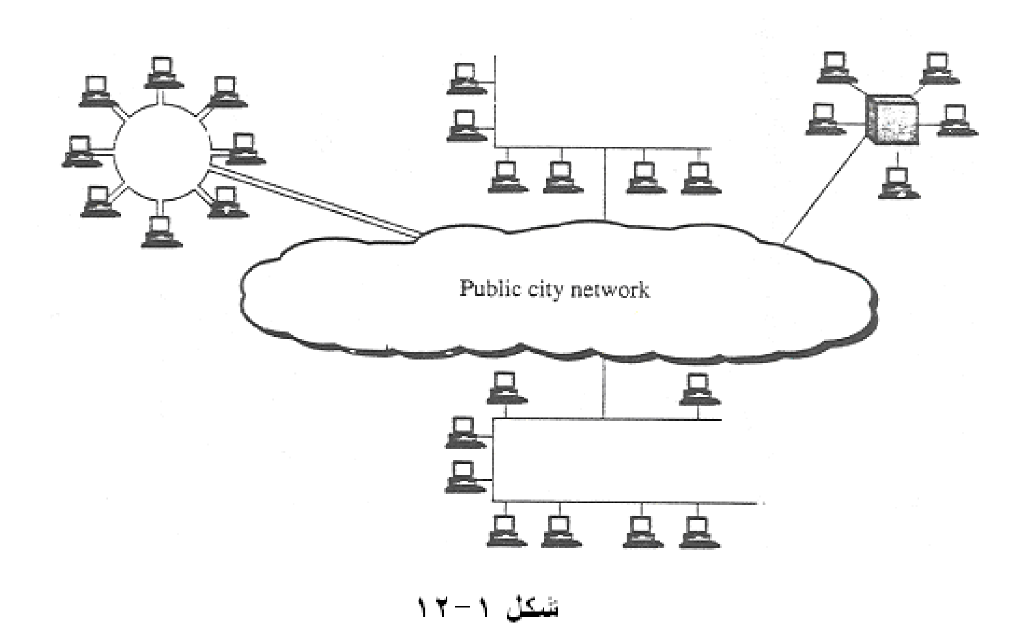


شكل ١-١١

٢- شبكات الحاسب المدنية Metropolitan Area Network (MAN)

إذا تم بمرور الوقت زيادة عدد مستخدمي الشبكة المحلية فمن الضروري أن تتم توسعة هذه الشبكة لكي تمتد إلى ما بعد مساحتها الحالية. فإذا كان هذا الامتداد أو الاتساع محلياً، فيمكن تجزئة الشبكة إلى عدة شبكات صغيرة ثم ربطها معاً مكونة ما يسمى بالشبكة المدنية أو شبكة المدينة الكبرى أو شبكة العاصمة نظراً لأنها يمكن أن تمتد لتشمل مدينة كبيرة أو عاصمة دولة أو مملكة. مثال ذلك يمكن توصيل عدد من الشبكات المحلية LANs معاً في شبكة كبيرة بحيث يمكن للمصادر الموزعة بين كل شبكة محلية LAN و شبكة محلية LAN أن تتبادل بياناتها كما يحدث لبعض الشركات التي لها أفرع كثيرة في مدينة كبيرة فيمكنها توصيل كل شبكاتها المحلية في شبكة مدنية واحدة.

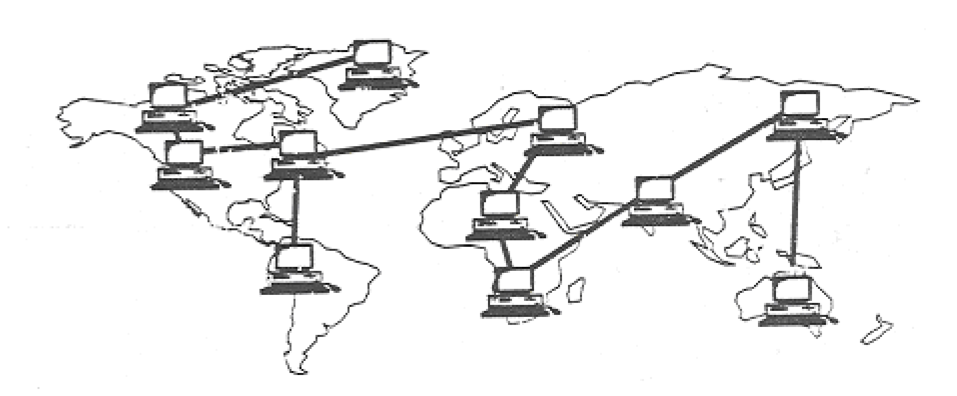
الشبكات المدنية MAN هي أيضا شبكات ذات ملكية خاصة وأيضا ذات معدلات تراسل عالية. الشكل(١- ١٢) يبين مخططاً لهذا النوع من الشبكات.



شكل ١-١٢

٣- شبكات الحاسب الموسعة Wide Area Networks (WAN)

عند توصيل مجموعة من الشبكات المحلية LANs منتشرة في مساحات جغرافية كبيرة جداً مكونة شبكة محلية كبيرة Big LAN أو شبكة مدنية كبيرة Big MAN فإن حالة هذه الشبكات تكون غير عملية من الناحية الاقتصادية وأيضاً من ناحية سرعة التراسل والحل هو بناء شبكة تسمى الشبكة الموسعة يمكنها توفير خدماتها لتبادل المعلومات في شكل، بيانات، وصوتيات، ومرئيات، وصور، وغير ذلك خلال مساحات جغرافية شاسعة قد تشمل دولة أو مملكة، أو قارة أو عدة قارات، أو العالم كله . ونظراً لانتشار الشبكة الموسعة في مساحات أو مناطق جغرافية متباعدة فإنه من الناحية الاقتصادية تستخدم هذه الشبكة خطوطاً مؤجرة من شركات الهاتف، أو شبكة البيانات Public Switched Data Network (PSDN)،أو شبكات الأقمار الصناعية، وغالباً ما تدار هذه الشبكات من قبل مؤسسات عامة أو حكومية وتكون محدودة السرعة نظراً لطول المسافات التي تمتد عبرها الشبكة وأيضاً لاستخدامها بعض قنوات التراسل ذات السرعة المحدودة كخطوط الهاتف، كما تستخدم قنوات تراسل أخرى متنوعة. الشكل(١- ١٣) يبين مخططاً للشبكة الموسعة.



شكل ١-١٣

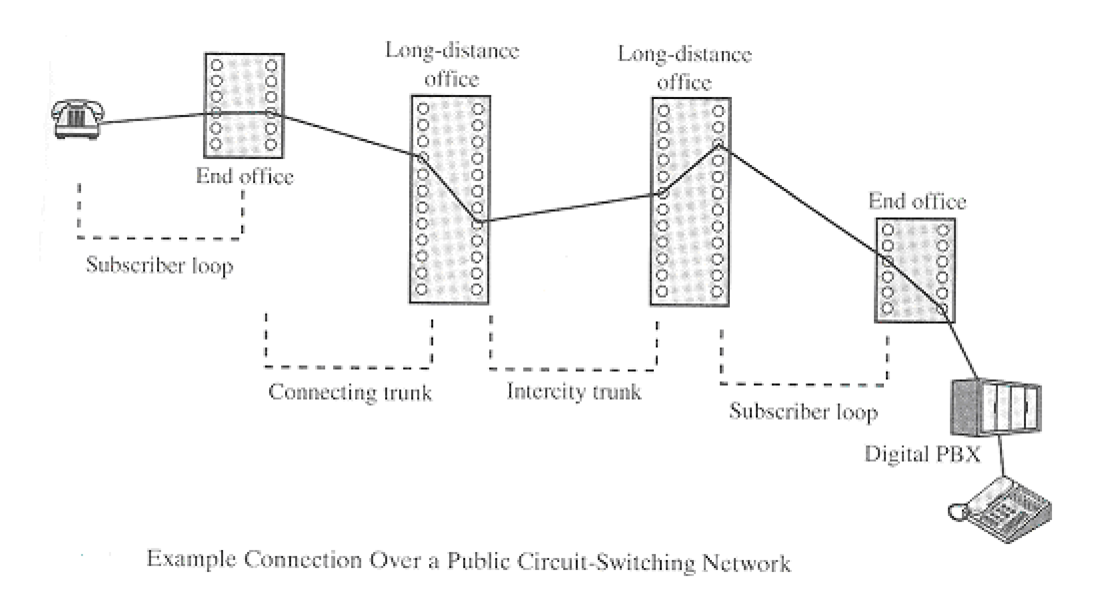
وتمثل شبكة الإنترنت العالمية، وشبكة تبديل الرزم X.25 المستخدمة لإرسال البيانات بين آلات الصرف البنكي أمثلة لشبكات الحاسب الموسعة. ونظراً للامتداد الشاسع لهذه الشبكات فإنها تستخدم تقنيات اتصال متنوعة لإرسال البيانات عبر الشبكة الموسعة نذكر منها:

أ- تقنية الاتصال المباشر باستخدام خط هاتفي ثابت Leased Line

في هذا النوع من تقنيات الاتصال يتم الاتفاق مع الجهة المالكة أو التي تدير قنوات الاتصال كشركة الهاتف مثلاً على تخصيص خط ثابت ودائم بين موقعي جهاز الحاسب وبالتالي فإن أي بيانات ترسل بين الجهازين تمر عبر نفس الخط ولذا لا يحتاج الاتصال إلى تحديد هوية أي من الجهازين نظراً لارتباطهما الثابت على طرفي قناة أو خط التراسل. ويتميز هذا النوع من الاتصال بالبساطة وعدم الحاجة للانتظار عند الرغبة في الاتصال في أي وقت إلا أنه يعد مكلفاً نظراً لحجز خط دائم بين موقعين متباعدين وتحسب التكلفة عادة بمبلغ مستقطع إما شهرياً أو سنوياً بغض النظر عن استخدام هذا الخط الثابت أو عدم استخدامه.

ب- الاتصال باستخدام تقنية تحويل الدوائر Circuit Switching

تشبه هذه التقنية ما يحدث في شبكات الهاتف عند الاتصال الهاتفي لإرسال المكالمات الهاتفية حيث يقوم جهاز هاتف المرسل بطلب رقم المرسل إليه ثم تقوم أجهزة التحويل (المقاسم) في الشبكة بالتعرف على عنوان المرسل إليه وعليه يتم اختيار نظام الاتصال الكامل بين الطرفين من بداية الشبكة لدى المرسل حتى نهايتها لدى المستقبل بحسب عنوان الاتصال حيث يتضمن نظام الاتصال هذا الدوائر الالكترونية والمسارات المختلفة اللازمة لإتمام الاتصال ثم يتم الربط بين جهازي المرسل والمستقبل باستخدام هذه الدوائر كما هو مبين في الشكل (١- ١٤).



Example Connection Over a Public Circuit-Switching Network

شكل ١ – ١٤

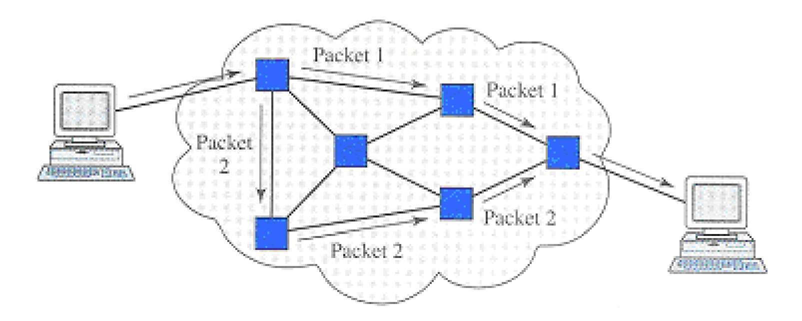
ويبقى هذا الاتصال قائما طيلة مدة المكالمة وتكون هذه الدوائر محجوزة لهذه المكالمة فقط دون غيرها من أجهزة الشبكة . ولا يتم فصل الدوائر أو قطع الاتصال بين الجهازين إلا عند قيام أحد الجهازين بطلب إنهاء الاتصال ويتم احتساب تكلفة المكالمة بحسب طول الفترة الزمنية للاتصال كما يحدث في نظام الهاتف الثابت.

عندما تستخدم تقنية دوائر التحويل في نقل البيانات فإن الوحدات الطرفية عند كل من المرسل والمستقبل يجب أن يكونا متوافقين أي يستخدمان نفس خصائص المعدات، والمودم، وسرعة التراسل، ونفس البروتوكول.

وتتميز مداولة الوصول على الشبكة بالمرونة حيث يمكن من خلالها توصيل أي جهازين في الشبكة باستخدام عنوان كل منهما إلا أنه يهدر إمكانيات الشبكة نظراً لأن دائرة الاتصال تظل محجوزة حتى لو كان الجهازان في حالة عدم إرسال للبيانات أو في وضع انتظار لأوامر مستخدم الجهاز. كما إنه في حالة حدوث عطل لأي من الدوائر المستخدمة فإن الاتصال يتوقف تماماً مما يتطلب إجراء اتصال جديد لحجز دوائر أخرى بدلاً من الدوائر التي توقفت عن العمل.

ث- الاتصال باستخدام تقنية تحويل الرزم Packet Switching

تستخدم هذه التقنية في كثير من تطبيقات الاتصال بين أجهزة الحاسب وهي تشبه نظام البريد العادي في عملية العنونة. يتم الاتصال في تقنية تحويل الرزم من خلال تقسيم البيانات المراد إرسالها من قبل جهاز الحاسب إلى مجموعات يطلق على كل منها " مظروف " أو " رزمة " أو " حزمة " وتوضع مع بيانات كل حزمة بيانات إضافية تشمل عنوان المرسل والمرسل إليه وبيانات تحكم أخرى ثم يتم إرسال كل رزمة عبر مقاسم الشبكة والتي تقوم بنقلها بحسب وجهة الرزمة وبحسب توفر قناة للإرسال. وفي هذه التقنية تقوم الشبكة والتي يطلق عليها اسم شبكة " تحويل الرزم " بنقل الرزم بين أجهزة الشبكة كما هو مبين في الشكل(١- ١٥).



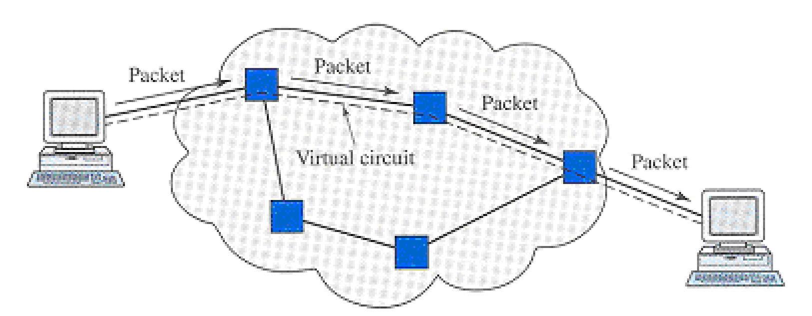
Datagram packet switching.

شكل ١ – ١٥

ويلاحظ في هذه التقنية أن كل رزمة تأخذ مساراً مختلفاً عن الآخر فيما بين جهاز المرسل والمستقبل كما نلاحظ أيضا أن مجموعة الرزم يمكن أن تصل إلى المستقبل غير مرتبة كما كانت وقت إرسالها إلا أن هذه التقنية تتميز باستغلال أمثل لموارد الشبكة نظراً لأن الدوائر داخل الشبكة يتم حجزها فقط عند إرسال رزم البيانات فقط ويطلق على طريقة الإرسال هذه اسم (البرقيات) Datagram. وتحتسب تكلفة الاتصال عادة من خلال كمية البيانات التي تم نقلها عبر الشبكة. كما لا يتعرض الاتصال للانقطاع عادة في حالة حدوث عطل نظراً لأن الرزم لا تسلك نفس المسار.

ج- الاتصال باستخدام تقنية تحويل الدوائر الوهمية Virtual Circuit

تجمع هذه التقنية بين مزايا تقنية تحويل الدوائر Circuit Switching وتقنية تحويل الرزم Packet Switching حيث إنه عند بدء أو طلب الاتصال بين جهازي المرسل والمستقبل يتم تحديد المسار (عن طريق ما يسمى الوصلة المنطقية أو الدائرة الوهمية) الذي يتم خلاله إرسال رزم البيانات والتي تسلك جميعها نفس المسار وبالتالي فهذه التقنية تشابه تقنية تحويل الدوائر من حيث تحديد المسار الثابت بين المرسل والمستقبل وتشابه تقنية تحويل الرزم من حيث تقسيم البيانات عند المرسل إلى رزم ثم إرسالها عبر هذا المسار الذي تم تحديده مسبقاً ، كما إن دوائر الشبكة لا تعد محجوزة لعملية اتصال واحدة فقط بل يمكن استخدامها لإرسال رزم بيانات لاتصالات أخرى بين أجهزة الشبكة.كما هو مبين في الشكل (١- ١٦).



Virtual-circuit packet switching.

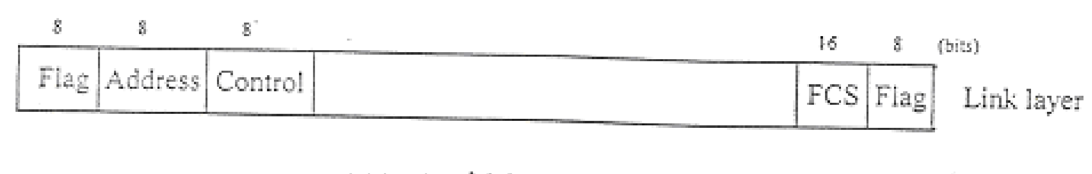
شكل ١-١٦

١- ٤ نماذج لشبكات الحاسب الموسعة

١- ٤- ١ شبكة الاتصال ذات البروتوكول X.25

تعتبر شبكة الاتصال ذات البروتوكول X.25 من الشبكات الموسعة القياسية للحاسبات حيث تسمح لأنواع مختلفة من أجهزة الحاسب والوحدات الطرفية بأن تتبادل البيانات فيما بينها من خلال اتباع مجموعة من البروتوكولات ذات المواصفات القياسية الموضوعة للشبكة باستخدام تقنية الاتصال بتحويل الرزم ذات الدوائر الوهمية. وتشمل المواصفات والتي يطلق عليها مواصفة: "X.25 " وتم إقرارها من الجمعية الدولية للاتصالات التي تتبع اتحاد الاتصالات الدولي تعليمات تحدد كيفية الربط بين وحدة الحاسب أو الوحدة الطرفية مع الشبكة، بالإضافة إلى مواصفة لتعريف شكل الرزم المتبادلة بين وحدتي طرفي قناة الاتصال داخل الشبكة، ومواصفة لتحديد مداولة العناوين وطرق الاتصال عبر مقاسم الشبكة كما هو مبين في الشكل(١- ١٧). وباتباع هذه المواصفات يمكن لأجهزة الحاسب الموجودة في

أماكن متباعدة بالشبكة أن تقوم بالاتصال مع بعضها البعض. وعادة تقوم وزارات البرق والاتصالات بإدارة هذه الشبكة وإنشاء مقاسمها وأقسامها وقبول طلبات الاشتراك فيها.



شكل ١ -١٧

١- ٤- ٢ شبكة الاتصال ذات البروتوكول Frame Relay

يمكن تعريف الـ Frame Relay بأنه بروتوكول شبكة واسعة ذات أداء جيد تستخدم تقنية الاتصال بتحويل الرزم ذات الدوائر الوهمية وهو تطوير للبروتوكولX.25 من حيث سرعة التراسل العالية ومعدل حدوث الأخطاء المنخفض بالإضافة إلى رزم البيانات ذات الطول المتغير وسرعة التراسل التي قد تصل إلى ٢ ميجا بت/ث. الشكل(١- ١٨) يبين رزمة من رزم مواصفة الـ Frame Relay.

Flag	Address	Information	FCS	Flag
<---1---> octet	<----2-4 ---->	<----------------Variable ------------->	<------2------>	<---1--->

شكل ١ -١٨

١ - ٤- ٣ شبكة النقل غير المتزامن Asynchronous Transfer Mode (ATM)

كما تعد كل من الشبكة ذات البروتوكول X.25 شبكة موسعة قياسية للحاسبات والشبكة Frame Relay أيضاً شبكة موسعة قياسية للحاسبات تستخدمان تقنية الاتصال بتحويل الرزم ذات الدوائر الوهمية، فإن شبكة النقل غير المتزامن ATM تعتبر كذلك شبكة موسعة قياسية للحاسبات تستخدم تقنية الاتصال بتحويل الرزم ذات الدوائر الوهمية كما إنها تعتبر تطويراً لشبكة الـ Frame Relay لأنها تتميز بالخصائص التالية:

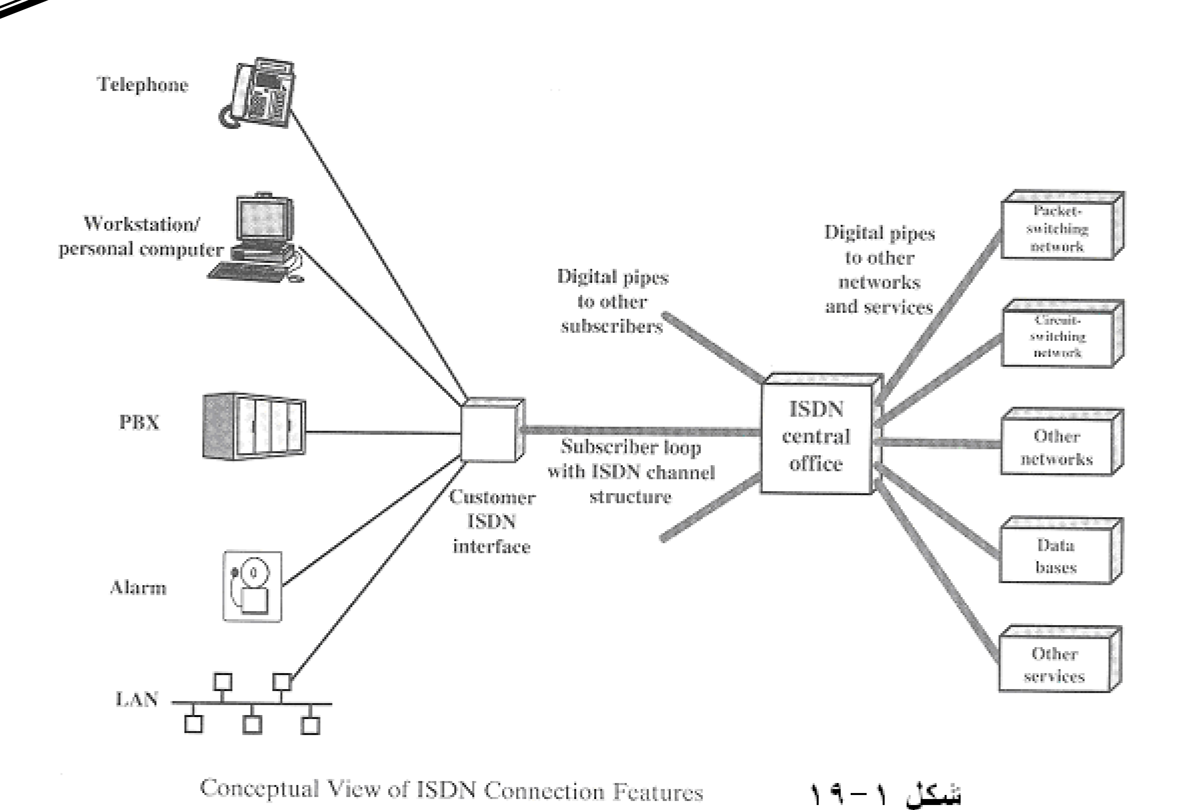
- تسمح الشبكة لأنواع مختلفة من الوحدات الرقمية كأجهزة الهاتف والتلفزيون والتحكم بالإضافة إلى أجهزة الحاسب والطرفيات الأخرى بأن تتبادل البيانات بينها والتي تشمل أنواع متعددة كالصور والأفلام المرئية والمكالمات الهاتفية والنصوص والأوامر من خلال اتباع

المواصفات القياسية الموضوعة للشبكة من خلال ما يسمى منتدى ATM باستخدام تقنية الاتصال بتحويل الرزم ذات الدوائر الوهمية .

- إمكانية استخدام تقنيات الشبكة لربط شبكات حاسب محلية أو موسعة.
- تم تطوير مواصفات الشبكة من هيئات متعددة تشمل هيئات للاتصالات تتبع اتحاد الاتصالات الدولي والشركات المصنعة للتقنية المستخدمة وهيئات لمستخدمي الشبكة وتبين هذه المواصفات كيفية الربط بين جهاز الحاسب أو الوحدة الطرفية مع الشبكة وتعريف شكل رزم البيانات المتبادلة بين طرفي قناة الاتصال داخل الشبكة، ومواصفة لتحديد مداولة العناوين وطرق الاتصال عبر مقاسم الشبكة.
- تتميز خطوط النقل للشبكة بسرعة تراسل عالية الأمر الذي أدى إلى تحديد مواصفات للشبكة تمكن التراسل بسرعات مختلفة مثل 155.52 ميجا بت/ث، أو 622 ميجا بت/ث، أو 1.2 جيجا بت/ث.
- تم تحديد طول ثابت للرزمة المرسلة عبر الشبكة يبلغ ٥٣ بايت (٥ بايت لمقدمة الرزمة و ٤٨ بايت لبيانات معلومات مستخدم الشبكة) بهدف تمكين أجهزة الشبكة الداخلية من سرعة تحويل الرزم بين المرسل والمستقبل.

١- ٤- ٤ شبكة الخدمات الرقمية المتكاملة Integrated Service Digital Network (ISDN):

يدفع التطور العلمي في تقنية الحاسب والاتصالات والازدياد المستمر في طلب الخدمات المختلفة إلى إنشاء شبكة موسعة عامة يتحقق من خلالها دمج أنواع الشبكات المختلفة وتقديم كافة خدماتها على تنوعها. ويطلق على هذه الشبكة، شبكة الخدمات الرقمية المتكاملة ISDN. وتتيح هذه الشبكة تبادل المعلومات بين وحدات الاتصال المختلفة بعضها ببعض عبر خطوط الاتصالات المختلفة. ويبين الشكل(١- ١٩) مخططاً لهذا النوع من الشبكات.



Conceptual View of ISDN Connection Features شكل ١-١٩

أحد خطوط التراسل لشبكة ISDN ذات سرعة التراسل ١٤٤ ك. بت/ث يتم تقسيم خدماتها إلى ثلاث قنوات : أثنتان بسرعة تراسل ٦٤ ك. بت/ث لخدمة المشتركين وتسمى هاتان القناتان B- Channels والقناة الثالثة للتحكم بسرعة تراسل ١٦ ك. بت/ث وتسمى هذه القناة D- Channel ويسمى معدل هذه القناة بالمعدل الأساسي (Basic Rate)، أما المعدل ٦٤ ك. بت/ث فيسمى بالمعدل الابتدائي (Primary Rate). توزيع القنوات بهذه الطريقة لهذه الشبكة جعلها تسمى " شبكة ISDN ضيقة النطاق N-ISDN وهو يعتبر الجيل الأول من هذه الشبكات. أما إذا كان أحد خطوط شبكة ISDN ذا سرعة تراسل ١,٥٤٤ ميجا بت/ث (النظام الأمريكي) فإن خط المعدل الأساسي الذي يحمل معلومات المشتركين يتكون من ٢٣ خطاً كل منها ذي سرعة تراسل ٦٤ ك. بت/ث وتسمى B- Channels وقناة واحدة للتحكم بمعدل تراسل ٦٤ ك. بت/ث وتسمى D-Channel أي (٢٣B+D) . توزيع القنوات بهذه الطريقة لهذه الشبكة جعلها تسمى " شبكة ISDN واسعة النطاق" B-ISDN وهو يعتبر الجيل الثاني من هذه الشبكات.

خصائص شبكة ISDN :

١- إمكانية التنوع بين وحدات الاتصال التي ترتبط بالشبكة حيث تشمل أجهزة الهاتف الثابت والجوال، وأجهزة الحاسب ووحداته الطرفية المختلفة، والأجهزة السمعية والمرئية، وأجهزة إرسال المستندات والبيانات ،وأجهزة التحكم وغير ذلك، وسيؤدى ذلك إلى توفير الجهد والتكاليف، حيث إن الشبكات الحالية تعد منفصلة عن بعضها البعض، مثال ذلك شبكة الهاتف مغايرة لشبكة البث التليفزيوني وهي غير شبكة التحكم الرقمي، بينما تقوم الشبكة الرقمية بتوحيد كل هذه الشبكات في شبكة واحدة.

٢- إمكانية الربط بين مشتركي هذه الشبكة وتبادل المعلومات فيما بينهم مهما تباعدت المسافات وذلك باستخدام وسائط نقل متنوعة للتراسل كالأقمار الصناعية والكابلات المحورية والألياف البصرية والميكروويف.

٣- استخدام العديد من التطبيقات في المجالات المختلفة كإدارة الأعمال، والأمن، والمصارف، والسياحة، والطيران وغير ذلك بينما نجد أن الشبكات الحالية تستخدم في الغالب في مجال محدد دون غيره كأن تكون للاتصالات الهاتفية أو البث الإذاعي أو البث التلفاز ي أو إرسال البيانات والمستندات وغير ذلك.

٤- سرعة الاتصال وعدم وجود وقت ضائع لإتمام عملية الاتصال.

٥- استخدام الأجهزة المتوافقة وغير المتوافقة في هذه الشبكة.

١- ٤- ٥ الشبكة العالمية Internet

تعد شبكة الإنترنت شبكة معلومات ضخمة وهائلة في كافة التخصصات والمجالات وتتكون من سلسلة من شبكات الحاسبات الخاصة الموزعة في جميع بلدان قارات العالم الخمس .

ترتبط هذه الشبكات ببعضها البعض عن طريق أجهزة خاصة لديها كل المعلومات في جداول خاصة عن تلك الشبكات، فعندما تصل المعلومات من الشبكة إلى تلك الأجهزة تقوم تلك الأجهزة بالتأكد من أن المحطة الهدف تقع في تلك الشبكة وذلك عن طريق جداول التوجيه الموجودة بتلك الأجهزة، وإن كان غير ذلك تقوم تلك الأجهزة بتوجيه تلك المعلومات إلى أجهزة أخرى حسب المعلومات المدونة والتي تقوم بنفس الإجراءات السابقة حتى تصل المعلومات إلى المحطة الهدف.

وفي الواقع فإن شبكة الإنترنت ليست ملكاً لمنظمة واحدة لأنها تتكون من عدد كبير من الشبكات وكل شبكة تتبع جهة محددة قد تكون مؤسسة بحثية أو منظمة دولية أو مؤسسة تعليمية أو شركة تجارية أو صناعية أو غير ذلك والتي تكون بدورها مسؤولة عن الصيانة المادية للشبكة وتحديث المعلومات المخزنة على وحداتها.

وربما كان الدافع الرئيس لإنشاء شبكة تربط العالم بأسره هو إيجاد طريقة سريعة وسهلة للأشخاص في جميع أنحاء العالم لتبادل المعلومات فيما بينهم وبمرور الوقت تطورت وتعددت الخدمات التي يمكن للأشخاص الحصول عليها عبر الإنترنت وبدأت هذه الشبكة تغزو جميع المجالات حيث أصبحت على سبيل المثال تستخدم في مجالات التعليم لإمداد المتدربين بجميع أنواع العلوم ولتوفير سبل اتصالهم بمدربيهم للحصول على المساعدة وهم في منازلهم كما أنها أصبحت تساعد الباحثين في جميع أنحاء العالم للعمل معاً كفريق بحث وتبادل نتائج أبحاثهم وأصبحت الإنترنت وسيلة جيدة للشركات التجارية لتسويق منتجاتها وفتح أسواق جديدة وعرض منتجاتها بسهولة كما أنها توفر لهم طريقة سهلة وسريعة لتقديم الدعم الفني لعملائهم وأصبح بإمكان أي شخص أن يتسوق عبر الإنترنت لشراء البرامج أو الملابس أو السيارات أو حجز تذاكر الطائرات أو أي شيء آخر دون أن يغادر منزله.

تعتمد شبكة الإنترنت على تقنية تحويل الرزم للاتصال باستخدام بروتوكول يعرف باسم TCP/IP ويحدد هذا البروتوكول كيفية تبادل البيانات بين أجهزة الشبكة من خلال ما يلي:

١- تحديد شكل رزمة البيانات من حيث طول الرزمة وتوزيع محتوياتها على المكونات المختلفة لها.

٢- تنظيم طريقة الإرسال عبر الشبكة وكيفية معالجة الأخطاء والتحكم في تدفق البيانات وغير ذلك.

٣- تحديد وتنظيم عناوين أجهزة الشبكة حيث يكون لكل جهاز عنوان خاص ووحيد لا يشاركه فيه أحد على الشبكة ويتكون من مجموعة من الأرقام العددية والتي تحدد اسم الشبكة واسم الجهاز المرتبط بها، وهو ما يطلق عليه (IP Address) الذي يتكون من أربعة مقاطع مثال ذلك الأعداد (١٦٢و٢٣٥و٢٥٥و١٩٤) حيث يمثل المقطعان (١٦٢ و٢٣٥) اسم الجهاز المرتبط بالشبكة والمقطعان (٢٥٥ و ١٩٤) اسم الشبكة. يمكن تمثيل العنوان بطريقة أخرى باستخدام مجموعة من الحروف أو الاختصارات لتسهيل معرفة العنوان بدلاً من الأرقام العددية ويطلق على هذا التمثيل بالأحرف العنونة uniform resource locator address (URL) والذي يرمز عادة إلي هوية الحاسب فعلى سبيل المثال: يكون عنوان

حاسب جامعة الملك سعود هو KSU.EDU.SA والذي يشير إلى اسم الجامعة (KSU) وأنها هيئة تعليمية (EDU) وتقع في المملكة العربية السعودية (SA). ويقوم نظام خاص داخل الشبكة بتحويل هذا العنوان ذي الحروف إلى مجموعة الأرقام التي تمثل عنوان IP للجهاز في الشبكة. وميزة استخدام الـ URL في عملية العنونة هو: تحديد نوع الخدمة- اسم المجال الذي تقدمه الخدمة (عنوانه)- مسار المعلومات المطلوبة- معلومات عن الملف المطلوب، مثال ذلك: http:// www.microsoft.com، حيث تمثل http نوع الخدمة، و www.microsoft تمثل العنوان ومسار المعلومات المطلوبة، و com تمثل معلومات عن مجال الخدمة المقدمة.

- **خدمات شبكة الإنترنت العالمية:**

توفر هذه الشبكة العديد من الخدمات لمشتركيها والتي نذكر منها ما يلي:

١- **البريد الإلكتروني E-mail**

هو أحد أقدم الخدمات وأكثرها انتشاراً على شبكة الإنترنت حيث توفر هذه الشبكة وسيلة اتصال ميسرة لإرسال الرسائل وتبادلها إلكترونياً، حيث يكون للمشترك في الشبكة عنوان خاص يستقبل من خلاله الرسائل الواردة إليه ويمكن للمشترك إعداد رسائل وإرسالها للمشتركين الآخرين في الشبكة.

٢- **خدمة نقل الملفات File Transfer**

تتيح شبكة الإنترنت إمكانية حصول المشترك في الشبكة على ملفات مخزنة بمواقع مختلفة من الشبكة حيث يمكن للمشترك الاتصال بأي حاسب مرتبط بالشبكة ثم نسخ الملفات المطلوبة والتي هي مخزنة بهذا الحاسب والتي يرغب مالكو هذا الجهاز توفيرها لمن يرغب من مشتركي الشبكة.

٣- **مجموعات الأخبار News Group**

توفر هذه الخدمة المشاركة في نقاشات تدور حول موضوع معين ضمن كثير من الموضوعات والتي يناقش كل منها موضوعاً محدداً. المناقشة ضمن مجموعات الأخبار تختلف في طبيعتها عن جلسات المناقشة العادية حيث يتم تخزين جميع التساؤلات والردود التي تصل إلى مجموعة أخبار معينة على خادم (حاسب) يدعى خادم مجموعات الأخبار ويمكن لأي شخص الاطلاع على المناقشات التي تدور في مجموعة أخبار معينة عن طريق الاتصال بخادم الأخبار لقراءة الرسائل الواردة إلي هذه المجموعة

ويمكنه المشاركة في هذه المناقشات باستخدام البريد الإلكتروني لإرسال تساؤلاته أو ردوده إلى مجموعة الأخبار حيث يتسنى للجميع الاطلاع عليها.

٤- قوائم جوفر Gopher Lists

هي مجموعة من البرمجيات تمثل وسيلة منظمة لعرض المعلومات حيث تتكون هذه البرمجيات من مجموعة من القوائم التي تحتوي على معلومات تفصيلية لموضوع معين ويمكن لمستخدم الشبكة عن طريق الوصول إلى القائمة الرئيسة الانتقال إلى القائمة الفرعية والتي تضم كل منها معلومات خاصة تفصيلية عن المواضيع ذات الصلة بالموضوع الرئيس .

٥- المحادثة Shat

يوجد العديد من المخدمات (الحاسبات) المخصصة للمحادثة على شبكة الإنترنت والتي توفر لمستخدميها ما يسمى بغرف المحادثة، وهي تشبه جلسات الحوار التي تعقد للحديث عن موضوع معين وتكون المناقشة في غرف المحادثة ذات فعالية وتواصل أكبر منها في حالة مجموعات الأخبار ففي المحادثة يكون الفعل ورد الفعل في نفس الوقت فبمجرد كتابة الجمل التي تريد قولها والضغط على مفتاح إدخال ستظهر هذه الجمل على شاشات الآخرين المشتركين في المحادثة ويمكنهم الرد فورا حيث ستظهر ردودهم على شاشة جهازك.

٦- الشبكة العنكبوتية الدولية (ويب) Web page

يمكن من خلال شبكة الويب إمكانية عرض المعلومات على شكل صفحات تسمى صفحات الويب، وتحتوي هذه الصفحات على نصوص مكتوبة بالإضافة إلى تسجيلات صوتية أو عرض فيديو كما تحتوي الصفحة أيضاً على ارتباطات أو مؤشرات حيث يمكنك النقر على أحدها فيتم نقلك مباشرة إلى صفحة ويب أخرى على نفس الموقع أو إلى موقع جديد لتزويدك بمعلومات أكثر عن الموضوع الذي تبحث فيه. يوجد الكثير من مخدمات الويب التي تنتشر في جميع أنحاء العالم والتي توفر لمستخدميها الوصول إلى صفحات الويب المختلفة والاستفادة منها بالإضافة إلى ذلك، تتيح الصفحات الإعلانية لشبكة الويب إمكانية التخاطب بين قارئ الصفحة وناشر الصفحة، حيث يمكن للقارئ إرسال رسالة إلكترونية للناشر، أو ملء استمارة وإرسالها إلكترونيا للناشر وهكذا.

١- ٥ النماذج المرجعية للاتصال بين الشبكات

إن الهدف الأساسي من تخطيط وبناء الشبكات إعطاء مستخدمي هذه الشبكات القواعد الضرورية لإعداد الشبكة للعمل من حيث التجهيزات المادية من معدات وأجهزة ووسائل اتصال وأساليب التحكم في انسياب وتدفق البيانات ونقلها والتأكد من سلامتها واستخدام التطبيقات المختلفة.

وبهدف تبسيط ودراسة الشبكات تفصيلاً تقوم الهيئات والمنظمات الدولية المختصة بالمواصفات والمقاييس مع خبراء الاتصالات والشبكات عادة بتطوير نماذج قياسية وصفية للأجزاء المختلفة في الشبكة من معدات وبرمجيات وكان الهدف من هذا التطوير هو إرغام الشركات المتخصصة في الشبكات باتباع هذه النماذج في تصميماتهم مما يتيح للمطورين والمستخدمين والشركات الصانعة التكامل والتوافق بين الأجزاء التي يختص بها كل منهم وتبادل المنتجات فيما بينهم بناء على مواصفاتها القياسية الموحدة وهذا عكس ما كان شائعاً في النظم السابقة والتي كانت تشتمل على كثير من القيود حيث كان المستخدمون مجبرين ومرغمين على التعامل مع تلك الأجهزة والمعدات والتجهيزات المختلفة التابعة لشركات متخصصة في هذا المجال فقط. وهناك بعض الشركات قامت ببناء شبكات خاصة بها ولا يوجد بينها وبين بعضها البعض أي توافق أو تكامل مثال ذلك: شبكة شركة زيروكس- وشبكة شركة IBM- وشبكة شركة آبل- وشبكة شركة بل، وغير ذلك.

عند دراسة الشبكة وسهولة معرفة عملها يجري اعتبارها عادة كمجموعة من المستويات أو الطبقات يتضمنها بناء هذه الشبكة حيث كل طبقة من هذه الطبقات تختص بمهام محددة وقواعد وإجراءات تحكم عملية البيانات بانتظام (البروتوكولات). مثال ذلك، يمكن على سبيل المقارنة افتراض طبقات الشبكة مشابهة للجهاز العصبي للإنسان حيث إن أعلى طبقة هي طبقة العقل الموجود في الدماغ البشري الذي يقوم بإدراك وتفسير وتحليل المعلومات وهي تماثل طبقة برامج التطبيقات بالشبكة ويتم تقديم الخدمة لأوامر العقل والمتابعة لهذه الأوامر والبيانات الصادرة عن العقل من خلال الحبل الشوكي الذي يماثل طبقة نقل البيانات في الشبكة أما شبكة الألياف العصبية في جسم الإنسان فهي طبقة ثالثة تختص بتوجيه المعلومات التي ترد أو ترسل من أعضاء الجسم المادية وهي تحاكي الطبقة التي تقوم بالتعامل والاتصال مع الأجزاء المادية للشبكة. وأخيراً تعد خلايا الحواس والاستشعار الموجودة في أعضاء جسم الإنسان التي تواجه العالم الخارجي للإنسان طبقة رابعة تماثل أجزاء الشبكة المادية والتجهيزات المادية للمواجهة مع مستخدمي الشبكة. من هذا المثال يتضح لنا أن افتراض التنظيم الطبقي لنظام متكامل كالنظام العصبي لجسم الإنسان ومقارنته بشبكة اتصال كشبكة الحاسب يسهل

دراسة هذا النظام وتحليله وتطويره. خلاصة القول أنه يمكن لتبسيط وتسهيل دراسة وتصميم الشبكات ومن بينها شبكات الحاسب إدراك مايلي:

١- نموذج الشبكة **Network Model**

نموذج الشبكة هو الذي يمثل كيفية تقسيم الشبكة إلى مجموعة من المستويات (الطبقات) حيث كل طبقة تختص بمهام محددة وكيفية تنظيم العلاقة بين هذه الطبقات المختلفة.

٢- مداولات أو بروتوكولات الشبكة **Network Protocols**

مداولات الشبكة المقصود بها مجموعة القواعد والإجراءات والأنظمة التي يجب اتباعها عند تبادل المعلومات بين طبقتين متناظرتين في نموذج الشبكة وعادة يشمل ذلك ثلاثة عناصر أساسية هي:

- توزيع الشكل الخارجي للبيانات المتبادلة مثل تحديد موقع الجزء الخاص بعنوان المرسل والمرسل إليه أو الجزء الخاص بأوامر التحكم ضمن الرسالة المتبادلة.
- معاني البيانات المتبادلة بالرسالة.
- الأسلوب الذي يتم به تبادل البيانات مثل بدء وإنهاء الإرسال والإجراء المتبع عند اكتشاف خطأ ما وعمليات التوقيت (التزامن) وغير ذلك.

٣- تنظيم المواجهة **Interface**

هي تلك القواعد والأساليب التي تنظم العلاقة بين طبقتين متجاورتين في نموذج الشبكة وبيان كيفية تقديم الخدمة بين الطبقة الدنيا إلى الطبقة التي تعلوها.

٤- عمارة الشبكة **Network Architecture**

عمارة الشبكة تمثل إطاراً شاملاً لكل ما يتعلق بتحديد طبقات الشبكة المختلفة وعددها ومهامها والمداولات المعتمدة لها وأساليب المواجهة بينها ونموذجها القياسي وأشكال وأنواع البيانات المتبادلة بين طبقات الشبكة بالإضافة إلى تخطيط مواقع الشبكة والمواصفات القياسية المعتمدة لهذه الشبكة.

٥- الطبقات المتناظرة **Peer Layers**

هي الطبقات المتناظرة في جهازين متقابلين والتي تعد كل منها نظيرة للأخرى في نموذج الشبكة.

٦- مكونة الشبكة **Network Entity**

هو الجزء النشط في كل طبقة والذي يقوم بإنجاز مهمة محددة في تلك الطبقة وقد يكون هذا الجزء النشط برنامجاً أو جهازاً مادياً أو نظاماً برمجياً معيناً في هذه الطبقة. وعادة يقدم مكونة الطبقة n مثلاً الخدمة إلى مكونة الطبقة n+1 والتي تعلوها في نموذج الشبكة. كما يطلق على المكونات المتناظرة في الطبقات المتناظرة عبارة المكونة المتناظرة Peer Entity .

٧- خدمة الطبقة **Layer service**

هي مجموعة من العمليات يقال عنها خدمات وتقوم بها طبقة معينة استجابة لطلب طبقة أخرى مجاورة لها أو تعلوها (طالبة الخدمة) مثل بدء إجراء الاتصال أو إنهائه وعادة يصحب إجراء هذه الخدمة تحديد عدد من المعاملات الخاصة بهذه الخدمة مثل حجم البيانات المتبادلة وعنوان طالب الخدمة وغير ذلك، كما يتم إجراء الطلب للخدمة بناء على تحديد عنوان لهذه الخدمة خاص بالطبقة ويطلق عليها مسمى مدخل التوصيل للخدمة Service Access Point.

٨- بيانات الطبقة **Layer Data**

البيانات التي يتم إمرارها من طبقة إلى أخرى غالبا ما تتكون من جزأين : الجزء الأول يطلق عليه المقدمة Header وهو يحتوي على بيانات التشغيل الخاصة بالطبقة مثل عنوان الطبقة وهويتها وغير ذلك، والجزء الثاني يحتوي على بيانات المعلومات التي يجري تبادلها عبر الشبكة من طبقة في جهاز ما إلى طبقة مماثلة في جهاز آخر مناظر له. وعندما يتم إمرار البيانات من الطبقات العليا إلى ما دونها تقوم كل طبقة بإضافة جزء المقدمة الخاص بها إلى البيانات الواردة إليها ثم تقوم بإمرارها إلى الطبقة المجاورة لها.

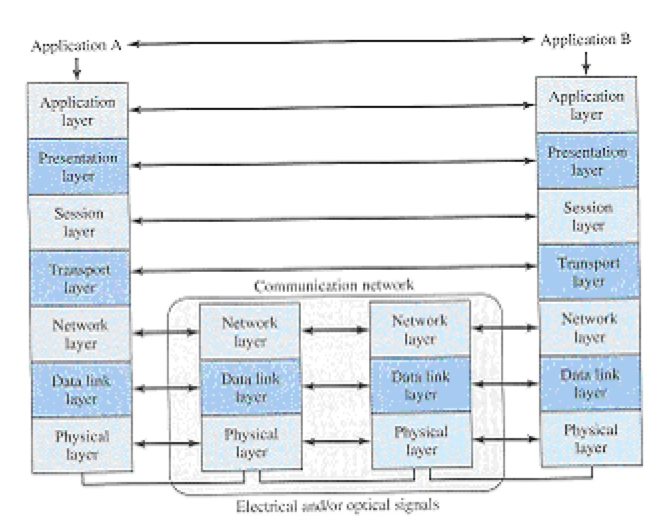
١- ٥- ١ النماذج القياسية للشبكات

مما سبق يتبين لنا مفهوم نموذج الشبكة والتي أصبحت قياسية عن طريق الهيئات والمنظمات الدولية والتي يمكن تطبيقها في العديد من الشبكات المختلفة.

أ- نموذج نظام الارتباط المفتوح Open System Interconnection (OSI)

تم تطوير هذا النموذج في عام ١٩٨٠ من الهيئة الدولية للمواصفات القياسية Organization for International Standardization (ISO) كنموذج قياسي لتطوير المداولات وعمارة الشبكات

المختلفة ويطلق على هذا النموذج اسم نظام الارتباط المفتوح OSI لكي تتمكن الشركات المختلفة والعاملة في مجال الشبكات من التوافق فيما بينها، وفي عام ١٩٨٣ اتفقت كل من الهيئة الدولية ISO والهيئة الدولية CCITT على تهيئة هذا النموذج ليكون نموذجاً مرجعياً للشبكات مكوناً من سبعة مستويات (طبقات) كما هو مبين في الشكل(١- ٢٠).



The seven-layer OSI reference model.

شكل ١ - ٢٠

١- الطبقة الفيزيائية (المادية) Physical Layer

تعتبر هذه الطبقة أدنى مستوى في النموذج المعياريOSI حيث تحدد هذه الطبقة كل ما يتعلق بالمكونات المادية للتشبيك بالشبكة من كافة النواحي الفيزيائية والكهربية والوظيفية والإجرائية مثل كارت الشبكة ونوع الأسلاك والوصلات المستخدمة وأيضا نوع الإشارات المولدة (المرمزة) التي تمثل البيانات المرسلة كالإشارات الكهربية ومستوى جهد هذه الإشارات وممانعة الدوائر المستخدمة ونوع البوابات أو المنافذ المستخدمة وغير ذلك. وتقوم هذه الطبقة بتبادل البيانات في صورة إشارات عبر وسائل الاتصال.

٢- طبقة قناة ربط البيانات Data Link Layer

تقوم هذه الطبقة بمهام تنظيم الاتصال (بدء الاتصال- وبقاء الاتصال- وإنهاء الاتصال) وإرسال واستقبال البيانات بين موضعين تمتد بينهما قناة تربط بين وحدتين في الشبكة وأيضا تقوم بمهام كل ما يتعلق بسلامة وصول البيانات وتحديد سرعة التراسل بين الوحدتين المرتبطتين عبر قناة الاتصال وغير ذلك من اكتشاف الأخطاء والتحكم في تدفق وسريان البيانات. كل ذلك يتضمنه إطارFrame بروتوكول طبقة ربط البيانات الذي يتكون من (بداية الإطار- وعنوان جهازي المرسل والمستقبل-

ونوع البروتوكول المستخدم- ونوع التحكم المستخدم في تدفق وسريان البيانات- وبيانات المعلومات المراد إرسالها- ومعلومات للكشف عن الأخطاء- ونهاية الإطار). ومن أمثلة البروتوكولات الشهيرة والمستخدمة في هذه الطبقة HDLC أوSDLC.

٣- طبقة الشبكة Network Layer

توفر هذه الطبقة خدمات متنوعة للطبقات الأخرى الأعلى منها تتعلق بكمية تبادل البيانات وتقنياتها والتي قد تكون على شبكات مختلفة. بروتوكولات طبقة الشبكة هي المسؤولة عن الرحلة الكاملة لكيفية تحويل البيانات الكاملة إلى رزم Packets واختيار مسار الإرسال عبر الشبكة الدونية وعنوان جهازي المرسل والمرسل إليه سواء أكانت هذه الأجهزة على شبكة محلية جامعة أو شبكة موسعة وأيضا حجم ونوع البيانات المرسلة. ومن البروتوكولات الأكثر استخداماً في طبقة الشبكة البروتوكول IP. أيضا طبقة الشبكة هي المسؤولة عن التوجيه Routing عن طريق أجهزة الموجهات وهذا لإعطاء البيانات إمكانية الانتقال والوصول إلى وجهتها الأخيرة مهما كان حجم الشبكة كشبكة الإنترنت مثلاً. وفي حالة التوجيه فإننا نشير هنا للأجهزة المرسلة والمستقبلة للبيانات على أنها أنظمة طرفية أما أجهزة التوجيه فيشار إليها على أنها أنظمة انتقالية، ففي الأنظمة الطرفية تنتقل البيانات من الطبقة الأعلى إلى أسفل طبقة في حالة الإرسال ومن أسفل طبقة إلى أعلى طبقة في حالة الاستقبال أما في أنظمة التوجيه الانتقالية فأقصى طبقة تصل إليها البيانات هي طبقة الشبكة. وتحتفظ الموجهات بمعلومات عن الشبكة ومساراتها ضمن جداول خاصة تحتوي على عناوين الموجهات اللازم المرور عليها حتى تصل البيانات إلى وجهتها النهائية.

٤- طبقة النقل Transport Layer

تقوم هذه الطبقة بتوفير خدمة تنظيم نقل البيانات وتكاملها بين وحدتين مرتبطتين عبر الشبكة الدونية والتي تتضمن تجزيء البيانات وترقيم وترتيب الأجزاء المرسلة وتوجيهها والإشعار باستلام رزم البيانات والتأكد من سلامة البيانات المرسلة وتحديد سرعة تبادلها بين الوحدات المرتبطة من بداية الشبكة حتى نهايتها وإمكانية التحكم في تدفق البيانات وكشف وتصحيح الأخطاء التي قد تحدث عند تبادل البيانات عبر الشبكة الدونية.

تتمم طبقة النقل خدمات طبقة الشبكة لذلك نلاحظ أن هناك انسجاماً أو توافقاً بين بروتوكولي هاتين الطبقتين فعلى سبيل المثال: البروتوكول TCP/IP يستخدم IP لطبقة الشبكة وTCP

لطبقة النقل ومثال آخر: البروتوكول SPX/IPX يستخدم IPX لطبقة الشبكة وSPX لطبقة النقل وهكذا.

نلاحظ أن الطبقات التي تعلو طبقة النقل تتعلق بأدوات حزم البرامج (software tools) ولا تتعلق بالمظاهر أو المواصفات التكنولوجية لماديات الشبكة بينما الطبقات التي أسفل طبقة النقل تتعلق بوحدات الشبكة (hardware). لذلك يمكن القول بأن الطبقات الثلاث العليا تتعلق بأوجه تطبيقات الشبكة بينما الطبقات الثلاث السفلى بنقل رسائل البيانات. وبالتالي يمكن اعتبار طبقة النقل كمنفذ أو بوابة بين الطبقات العليا والطبقات السفلى.

٥- طبقة جلسة التحاور Session Layer

مهمة هذه الطبقة التنظيم والتحكم في بدء الحوار أي الاتصال بين وحدتين مرتبطتين عبر الشبكة وتنظيم كل ما يتعلق بطلب الاتصال ومتابعته وفصل الاتصال عند الانتهاء من تبادل البيانات والتحقق من هوية المستخدم. هذه الطبقة مسؤولة أيضا عن صلاحية وفعالية الشبكة حيث إمكانية الاحتفاظ بعينة من آخر جزء مرسل من البيانات في مخزن Buffer حتى تتمكن من معرفة النقطة التي سوف تبدأ منها عملية الإرسال مرة أخرى في حالة تعطل الشبكة ثم عودتها للعمل من جديد. كما إن هذه الطبقة مسؤولة أيضا عن اختيار أسلوب الحوار وما نعنيه بالحوار هنا أسلوب تبادل البيانات بين الوحدات عبر الشبكة مثل أسلوب التناوب الثنائي Half Duplex أو أسلوب المتواقت الثنائي Full Duplex.

٦- طبقة التقديم أو التمثيل Presentation Layer

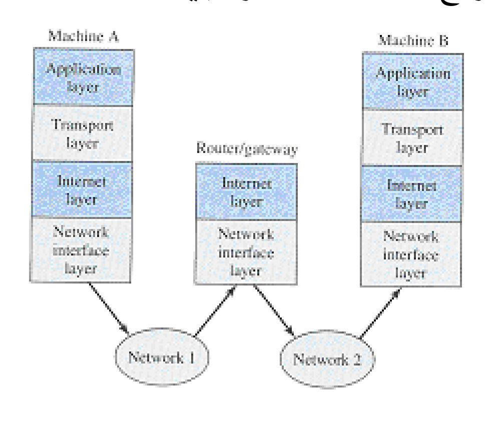
مهمة هذه الطبقة هي وضع البيانات المراد إرسالها في شكل معين يمكن لوحدات الاستقبال من تفسيرها وفهمها وتحليلها ثم استخدامها. مثال ذلك: عندما يقوم المستخدم بإجراء أي عملية على الجهاز الخاص به فإن هذه الطبقة تكون هي المسؤولة عن ترجمة هذه العملية باستخدام ما يسمى نظام الترميز (نظام الترميز ASCII أو نظام الترميز EBCDIC مثلاً) وأيضا هذه الطبقة مسؤولة عن عملية ضغط البيانات لخفض حجم البيانات المرسلة وعملية تشفير البيانات لحماية البيانات المرسلة عبر الشبكة. أما في حالة الاستقبال فتقوم هذه الطبقة بالعملية العكسية من فك الشفرة وفك البيانات المضغوطة وترجمة رموز الترميز إلى بيانات المعلومات التي يستطيع المستخدم فهمها واستخدامها.

٧- طبقة التطبيقات Application Layer

هذه الطبقة توجد على قمة النموذج المعياريOSI وهي تشبه المدير العام للشبكة حيث تتحكم في تسلسل الأنشطة داخل نطاق التطبيق وأيضا تسلسل الأحداث بين تطبيق الحاسب والمستخدم لتطبيق آخر. تقدم معظم بروتوكولات طبقة التطبيقات خدمات تستخدمها البرامج للوصول إلى الشبكة ومن التطبيقات الشائعة الاستخدام في الشبكات نذكر: بروتوكول نقل الملفات File Transfer Protocol (FTP) وبروتوكول نقل البريد البسيط Simple Mail Transfer Protocol (STMP) الذي يستخدم في تبادل الرسائل الإلكترونية E-mails.

ب- النموذج المعياري
(Transmission Control Protocol /Internet Protocol-TCP/IP)

هذا النموذج المعياري يمثل مجموعة من البروتوكولات (المداولات) التي تستخدم لربط أنواع مختلفة من الشبكات حيث ساد وهيمن هذا النموذج وأصبح في غاية الانتشار في العديد من الشبكات مثال ذلك: Internet- Satellite- Packet Radio- ARPA Net. يتكون هذا النموذج من أربع طبقات على وجه العموم تؤدي المهام المطلوبة في نموذج OSI كما هو مبين في الشكل(١- ٢١).



شكل ١-٢١

لنأخذ مثالاً لشبكة الإنترنت العالمية ونرى كيف يعمل هذا النموذج الذي يتكون من أربع طبقات هي:

١- طبقة الوصول للشبكة Network Interface Layer

هذه الطبقة تكافئ كلاً من طبقتي ربط البيانات والفيزيائية في النموذج المعياري OSI ومهمة هذه الطبقة هي استخدام البروتوكولات اللازمة لتوفير الخدمات المختلفة ذات العلاقة بالتوصيل والدخول للشبكة من قبل جهاز الحاسب المرتبط بها واستخدام البروتوكولات الخاصة واللازمة لإنشاء الإطارات اللازمة للإرسال والتي تعتمد على نوع التقنية المستخدمة مثل بروتوكول التقنية Ethernet أو بروتوكول التقنية Token Ring وغير ذلك والتي تنظم كيفية وسرعة تبادل البيانات بين الحاسب والشبكة وأيضا اكتشاف الأخطاء الناشئة عن عملية التراسل بالشبكة وأيضاً عمليات الحماية والسرية والأولوية في الإرسال. من مهام هذه الطبقة أيضا تحويل البيانات الرقمية (الحروف- والرقام- والرموز) إلى إشارات كهربية أو كهرومغناطيسية أو ضوئية حسب نوع قناة التراسل المستخدمة.

توجد بروتوكولات أخرى مثل بروتوكولات التقنيات: ATM-Frame Relay-X.25 التي تستخدم في الشبكات الموسعة، لذلك فمن مهام هذه الطبقة أيضاً استخدام البروتوكولات الخاصة بالشبكات البينية والمربوطة بالموجهات Routers أو البوابات Gateways .

٢- طبقة الاتصال بالإنترنت Internet Layer

هذه الطبقة تكافئ طبقة الشبكة في النموذج المعياري OSI وهي المسؤولة عن إمكانية الاتصال بين الأجهزة سواء أكانت تلك الأجهزة موجودة في شبكة محلية أو شبكة جامعة أو عدة شبكات باستخدام الموجهات أو بوابات الطرق وهي أيضاً مسؤولة عن عمليات التوجيه والتحكم في الاكتظاظ أو التزاحم، لذلك فإن من مهام هذه الطبقة العنونة والتوجيه حيث يستخدم بروتوكول IP للعنونة وإرسال البيانات. أيضا تكون هذه الطبقة مسؤولة عن توفير المعلومات اللازمة لطبقة الوصول للشبكة لكي تتمكن هذه الأخيرة من إرسال إطاراتها على الشبكة المحلية (سواء أكان جهاز المحطة النهائية أو موجهاً أو بوابة طريق) وتتمثل هذه المعلومات في عملية توفير العناوين العتادية للأجهزة بواسطة استخدام بروتوكول حل العناوين Address Resolution Protocol (ARP) والذي مهمته تحديد العنوان IP لجهاز موجود على الشبكة المحلية إلى عنوان الجهاز العتادي الثابت والوحيد بحيث يمكن أن يكون هذا العنوان هو عنوان المحطة الهدف إذا كان الجهازان المرتبطان موجودين على نفس الشبكة المحلية أو يكون هذا العنوان هو عنوان الموجه Router إذا كان الجهازان موجودين على شبكتين مختلفتين. أيضا تستخدم هذه الطبقة البروتوكول Reverse

Address Resolution Protocol (RARP) والذي مهمته هو تحويل أي عنوان عتادى إلى عنوان IP (منطقي)، في هذه الحالة يستخدم البروتوكول RARP العنوان العتادي للجهاز وذلك لمخاطبة مزود العناوين (المدير) لغرض إعطاء الجهاز العنوان المنطقي IP وإمكانية توصيله بالشبكة.

من مهام هذه الشبكة أيضا توجيه البيانات على الشبكة الجامعة Internet في حالة ما إذا كان الجهاز المستقبل موجوداً على شبكة أخرى والبروتوكول المستخدم هو بروتوكول معلومات التوجيه(Routing Information Protocol (RIP والذي له إمكانية مخاطبة الأجهزة على الشبكة لغرض توجيه رزم البيانات إلى وجهتها النهائية.

تتيح هذه الشبكة أيضا توفير الخدمات اللازمة للأجهزة مثل إمكانية تبادل المعلومات حول مشاكل أو أعطال الشبكة وفحصها في حالة حدوث ذلك والبروتوكول المسؤول عن هذه المهمة هو بروتوكول التحكم في رسائل الإنترنت Internet Control Message Protocol (ICMP) . وأخيراً توفر هذه الطبقة مهمة التبليغ المتعدد Multi Casting وذلك بإرسال معلومات معينة (أوامر أو نشرات أو تعليمات) إلى عدد من الأجهزة في نفس الوقت والبروتوكول المسؤول عن هذه المهمة هو بروتوكول إدارة مجموعات الإنترنت Internet Group Management Protocol (IGMP) .

٣- طبقة النقل **Transport Layer**

هذه الطبقة تكافئ طبقة النقل في النموذج المعياريOSI ومهمتها تقديم الخدمات اللازمة لتوفير الاتصال الموثوق بين أجهزة الشبكة. وتقدم هذه الطبقة نوعين أساسيين من الخدمة: الأولى تتكون من الاتصال الموجه الموثوق لنقل البيانات والتي يوفرها البروتوكول TCP (بروتوكول نقل البيانات)، والثانية تتكون من نقل البيانات بأسلوب يسمى "عديم الاتصال" والتي يوفرها بروتوكول المخطط البياني للمستخدم (User Datagram Protocol (UDP والذي يستخدم في التطبيقات التي تحتاج سرعة في نقل البيانات ووثوقيتها لكنها لا تشمل عمليات التحكم في الأخطاء أو تدفق البيانات.

- **بروتوكول التحكم في النقل Transmission Control Protocol (TCP)**

يقوم هذا البروتوكول بتوفير خدمات تعتمد على الاتصال بين أجهزة الشبكة حيث لا تتم عملية تبادل البيانات بين الأجهزة إلا إذا كان هناك اتصال مسبق بينها ومن مهام هذا البروتوكول ما يلي:

أ- تجزئة وتجميع البيانات

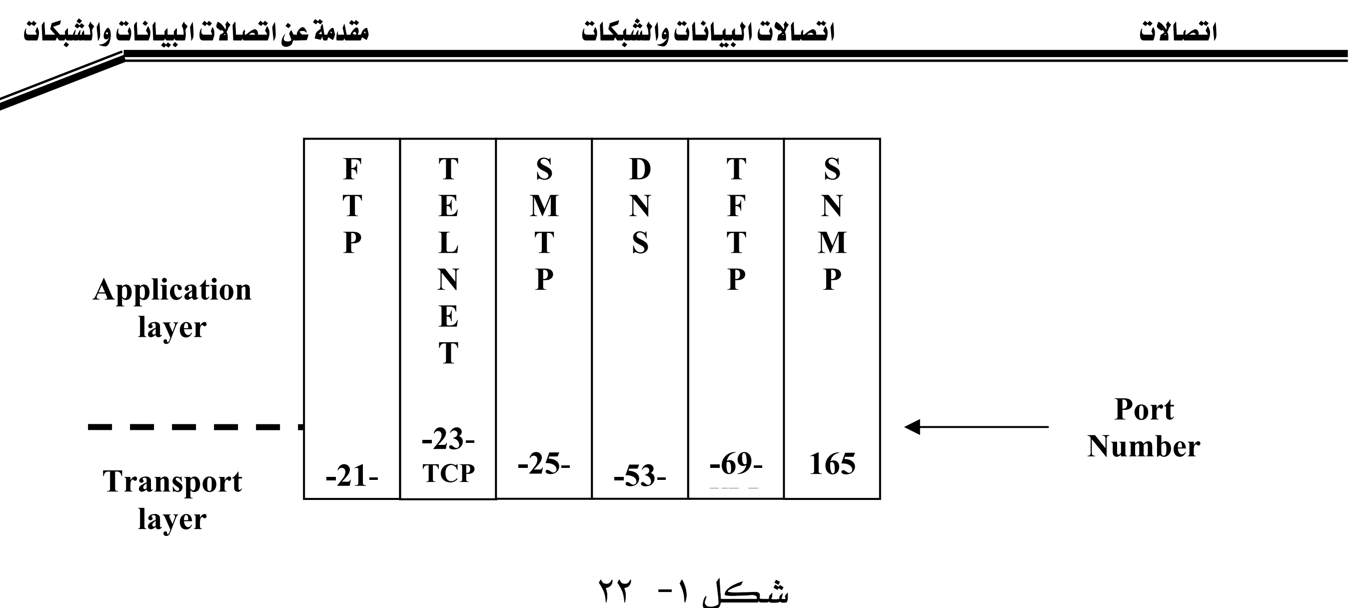
لا يمكن لأي جهاز إرسال بياناته بصفة مستمرة لمدة من الزمن لأن هذا ينتج عنه عيوب تؤدي إلى انخفاض كفاءة وأداء الشبكة وتتمثل هذه العيوب في إرغام الأجهزة الأخرى على الانتظار وعدم الوصول إلى الشبكة والاستفادة من خدماتها حتى ينتهي الجهاز المرسل من تحويل وإرسال كل بياناته وفي حالة حدوث أي خطأ خلال عملية الإرسال فمن الضروري إعادة المحاولة لإرسال كل البيانات مرة أخرى مما يسبب بطئاً ملحوظاً في أداء الشبكة حتى على الجهاز المحتكر للشبكة. وللتغلب على ذلك فإنه باستخدام البروتوكول TCP تتم عملية تجزئة البيانات الكلية إلى رزم packets وترسل هذه الرزم بحيث يكون هناك تناوب في استخدام الشبكة من قبل كل الأجهزة وفي حالة حدوث أي خطأ يعيد الجهاز المرسل الجزء الذي حدث فيه الخطأ فقط بدلاً من محاولة إرسال كل البيانات من جديد وهذه العملية (التجزئة) طبعا تتم عند المرسل. أما في حالة الاستقبال فإن من مهام هذا البروتوكول تجميع الرزم مرة أخرى بغرض الحصول على البيانات الكلية التي تستقبلها طبقة التطبيقات والخدمات.

ب- الإشعار بالاستلام

في حالة استقبال أي رزمة من رزم البيانات بدون خطأ فإن الجهاز المستقبل يرسل للجهاز المرسل رسالة إشعار باستقبال واستلام الرزمة بدون خطأ (ACK) مما يمكن الجهاز المرسل من متابعة إرساله للرزمة التالية وهكذا. أما في حالة استقبال رزمة من رزم البيانات ذات خطأ فإن الجهاز المستقبل يرسل للجهاز المرسل رسالة إشعار باستقبال واستلام بالخطأ (NACK) مما يمكن جهاز المرسل من إعادة إرسال هذه الرزمة التي حدث فيها الخطأ وهكذا.

ت- تحديد منافذ عبور البيانات **Ports**

من مهام البروتوكول TCP إمكانية تمييز المصادر التي أنتجت البيانات الواردة من طبقة التطبيقات. يحدد البروتوكولTCP أوUDP أرقام المنافذ التي من خلالها تعبر البيانات إلى مناطق معينة في ذاكرة الجهاز والتي غالباً ما تخص تطبيقاً أو خدمة معينة والتي يتم تحديدها من قبل المنظمة المانحة للأرقام المعينة بالإنترنت Internet Assigned Numbers Authority (IANA) الجدول التالي يبين كيف تمر البيانات من طبقة التطبيقات إلى طبقة النقل (وبالعكس) عبر منافذ ذات أرقام معينة. كما هو مبين في الشكل (١- ٢٢)



شكل ١- ٢٢

لكل تطبيق معروف رقم منفذ معين مقترن به، فعلى سبيل المثال خادم (ملقم) الويبHTTP له المنفذ رقم ٨٠ ويستخدم خادم أسماء النطاقين DNS المنفذ رقم ٥٣ وهكذا. فحين يرسل أي نظام يستخدم النموذج العيارىTCP/IP البيانات إلى أي نظام آخر فإنه يستخدم تركيبة من : عنوان IP + رقم المنفذ ويطلق على هذه التركيبة مقبس أو مأخذ أو Socket والذي يتمثل في العادة على كتابة : عنوان IP لجهاز الخادم (الملقم) متبوع بنقطتين ثم برقم المنفذ فمثلاً: يدل المأخذ (Socket) ٨٠ : ٢٢,١١ ،. ١٩٥,١٧٥ على عنوان خادم الويب HTTP العامل على جهاز الحاسب ذي العنوان IP ١١ . ٢٢ . ١٧٥ . ١٩٥ والمنفذ رقم ٨٠ . أما من جانب العميل (Client) فإن برنامج التطبيق على مستوى هذه المحطة هو الذي يختار رقماً عشوائياً يستخدمه كرقم للمنفذ أثناء الاتصال مع الخادم ويطلق على هذا الرقم اسم رقم المنفذ سريع الزوال (لأنه رقم عشوائي) وغالباً ما يكون هذا الرقم أكبر من ١٠٢٤ . يضع الجهاز المرسل هذا الرقم في حقل منفذ المصدر (Source Port) في إطار TCP أو UDP ويستخدم الخادم المستلم بيانات هذا المنفذ للرد على طلبات العميل.

ث- الكشف عن الأخطاء Error Detection

من مهام هذا البروتوكول كشف الأخطاء التي تتعرض لها البيانات أثناء عملية التراسل والتي بسببها يطلب جهاز الاستقبال من الجهاز المرسل إعادة المحاولة لإعادة إرسال آخر رزمة من رزم البيانات والتي تم استقبالها وفيها خطأ.

ج- التحكم في تدفق أو جريان البيانات **Flow Control**

من مهام هذا البروتوكول التحكم في تدفق البيانات عبر الشبكة وذلك توفيقاً مع زحمة الشبكة بالبيانات وعدد المستخدمين وما إلى ذلك. وغالباً ما يكون هذا التحكم عبارة عن رسائل متولدة من جهاز الاستقبال طالباً من جهاز الإرسال إسراع أو إبطاء أو توقف عملية نقل البيانات .

ح- ترقيم الرزم **Packets Numbering**

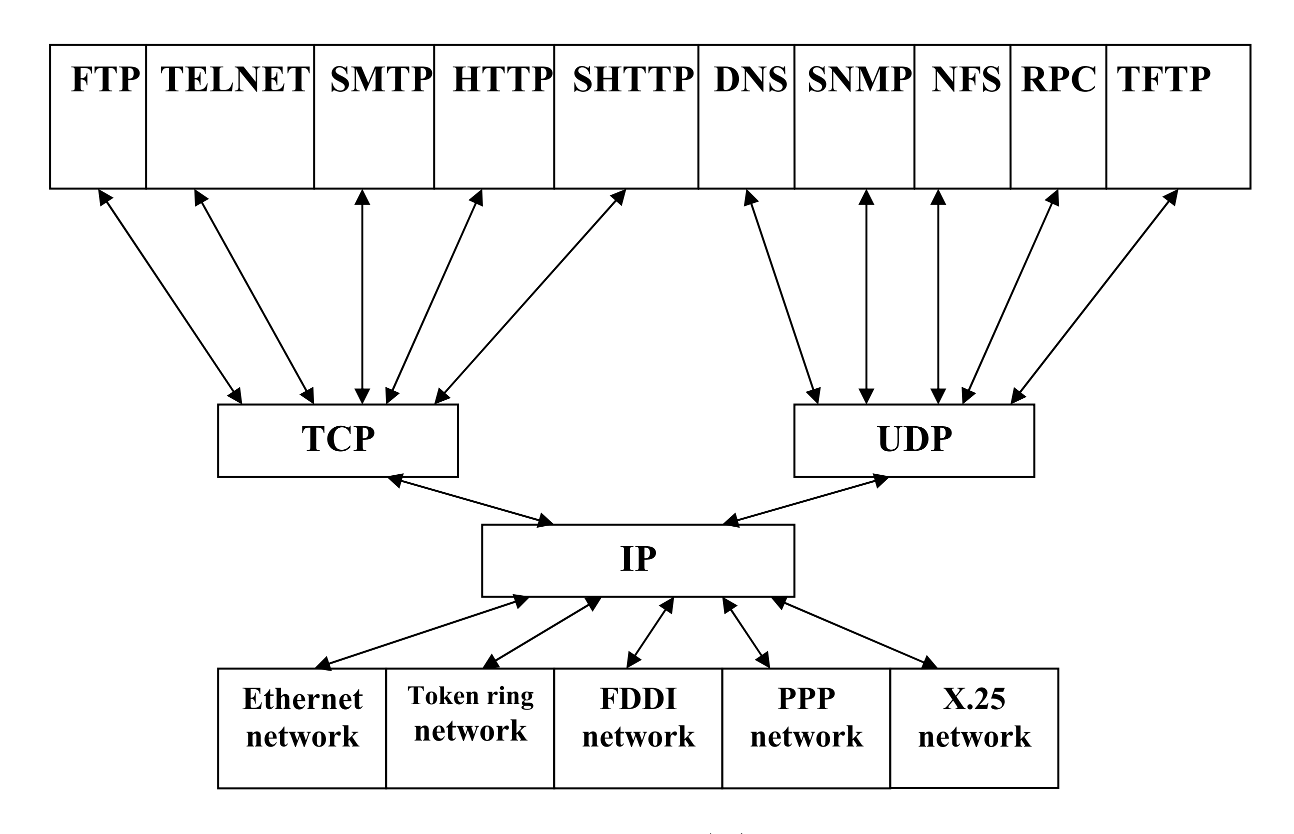
في حالة استخدام تقنية تبديل الرزم (Packet Switching) في نقل البيانات فإن مجموع الرزم المراد إرسالها تسلك مسارات مختلفة منذ خروجها من جهاز الإرسال وحتى وصولها إلى جهاز الاستقبال مما يسبب وصول هذه الرزم إلى وجهتها في ترتيب غير سليم، لذلك فمن من مهام هذا البروتوكول القيام بترقيم أو ترميز هذه الرزم في حالة الإرسال ثم إعادة ترتيبها في حالة الاستقبال ولولا عملية الترقيم هذه ما استطاع جهاز الاستقبال الحصول على تلك الرزم مرتبة. وغالباً ما تختار هذه الرزم المسارات الأقل زحمة والأقل مسافة.

من خلال كل هذه المهام السابق ذكرها نلاحظ أن خدمات البروتوكول TCP تعتمد على الاتصال والوثوقية لأن لديها إمكانية كشف الأخطاء أو الأعطال في أي اتصال.

- بروتوكول المخطط البياني للمستخدم **User Datagram Protocol (UDP)**

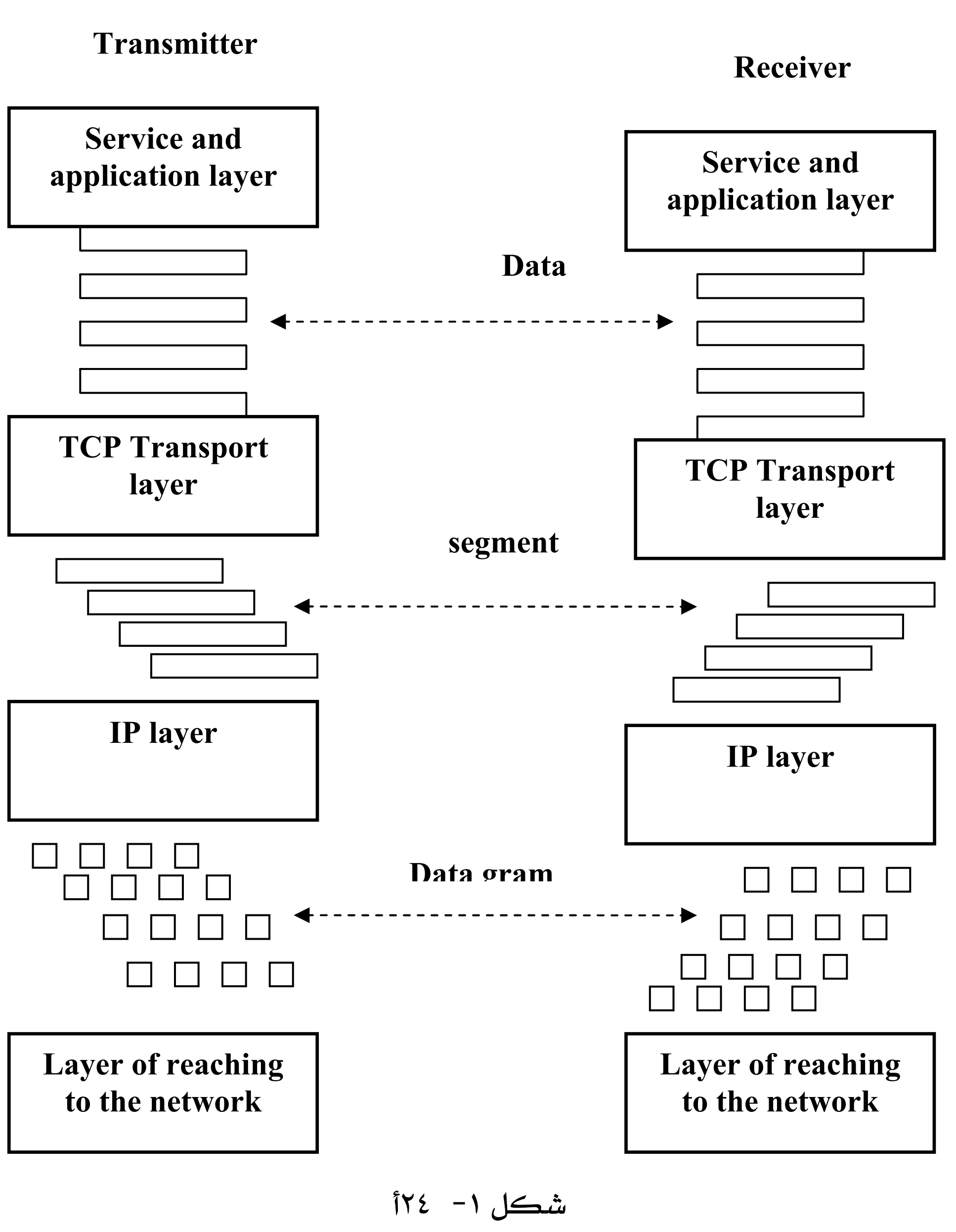
تم تصميم هذا البروتوكول لأداء نفس مهام البروتوكول TCP في طبقة النقل لكن بأكثر بساطة مما يؤدي إلى سرعة تبادل البيانات عبر الشبكة. لذلك يستخدم هذا البروتوكول تقنية بسيطة للاتصال تسمى " عديم الاتصال Connectionless " أي لا تحتاج إلى إجراء اتصال مسبق قبل البدء في تبادل البيانات. لذلك لا يحتوي هذا البروتوكول على الوظائف التي تعتمد على الاتصال مثل الإشعار بالاستلام أو التحكم في تدفق البيانات وكشف الأخطاء وغير ذلك. أي إن هذا البروتوكول يستخدم للتطبيقات التي لا تحتاج إلى الخدمات والمهام المتوفرة في الحالات المعتمدة على الاتصال فمثلاً عندما نقوم بإرسال البيانات مستخدمين البروتوكول UDP فليس هناك أي ضمان لوصول البيانات المرسلة إلى وجهتها بدون أخطاء (مثال: إرسال خطاب بالبريد العادي أو البريد المسجل).

المخطط التالي يبين بعض بروتوكولات التطبيق مع المنافذ المقترنة بها والتي تتعامل مع البروتوكول TCP والبعض الآخر الذي يتعامل مع البروتوكول UDP.كما هو مبين في الشكل (١- ٢٣).



شكل ١- ٢٣

الشكل (١- ٢٤) فيه ملخص لكيفية إتمام عملية معالجة البيانات خلال عملية الإرسال والاستقبال عند استخدام البروتوكول الشهير TCP/IP وأحد التطبيقات (HTTP).



شكل ١- ٢٤أ

Sever
HTTP
TCP
IP
Interface network

Router
IP
Interface network
Ethernet network
PPP network

PC
HTTP
TCP
IP
Interface network

شكل ١- ٢٤ب

٤- طبقة التطبيقات والخدمات Application Layer

يمكن القول بأن هذه الطبقة تكافئ في وظائفها وظائف الطبقات الثلاث العليا في النموذج المعياري OSI. وتتميز هذه الطبقة باحتوائها على بروتوكولات عالية المستوى لتوفير خدمات تبادل المعلومات بين المصادر المختلفة عبر الشبكة في تطبيق معين والاستفادة من البروتوكولات المنخفضة المستوى لإتمام هذه الخدمات كبروتوكولات TCP و UDP .

- **بعض بروتوكولات النموذج TCP/IP العاملة على طبقة التطبيقات والخدمات:** نذكر منها :

١- بروتوكول نقل الملفات File Transfer Protocol (FTP)

يعتبر هذا البروتوكول من أشهر البروتوكولات المستخدمة لنقل الملفات من وحدة إلى وحدة أخرى حيث يصنف هذا البروتوكول من بين البروتوكولات التي تعتبر في حد ذاتها تطبيقاً وليس بروتوكولاً تستخدمه الطبقات الأخرى. أيضاً يستخدم هذا البروتوكول للعمل مع عدة وحدات مختلفة من حيث نظم التشغيل أو ملفات مختلفة التركيب.

البروتوكول FTP يستخدم اتصالين ذوي TCP لنقل الملفات فمثلاً يستطيع مستخدم هذا الـ FTP أن يستعرض بنية فهارس أحد الأجهزة التي يتصل بها واختيار الملفات التي يريد تحميلها فإذا أراد جهاز ما تحميل أحد الملفات من جهاز آخر يقوم البروتوكول FTP باستخدام اتصالين ذويTCP ذات؟ منفذين لتحقيق هذه العملية. الاتصال الأول حيث يقوم النظام بتأسيس اتصال تحكم عبر المنفذ الأول الذي يحمل رقم ٢١ عند جهاز الخادم (Server). ولبدء عملية التحميل يفتح البرنامج اتصالاً آخر عبر المنفذ الثاني الذي يحمل رقم ٢٠ لنقل البيانات وعند انتهاء عملية نقل البيانات الخاصة بالملف يتم إغلاق الاتصال بالمنفذ ٢٠ ويبقى اتصال التحكم مفتوحاً إلى أن ينهيه العميل (Client).

البروتوكول FTP يوفر المعلومات الكافية لنقل الملفات مثل: نوعية الملفات والترميز المستخدم (ASCII Code) مثلاً- شكل البيانات المراد إرسالها في صورة نصوص أو صفحات- أسلوب الإرسال هل هو في صورة بلوكات أو في صورة بيانات مضغوطة. وأخيراً يمكن القول بأن المخدمات (Servers) تستخدم البروتوكول FTP لإرسال ونقل الملفات بأكملها إلى الأنظمة العميلة (Clients) حيث من الضروري أن تصل هذه الملفات بوثوقية ودون أخطاء.

٢- بروتوكول نقل النصوص الفائقة Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)

هذا البروتوكول يستخدم لتحديد القواعد التي بها تتفاعل المخدمات وعملاء الشبكة فيما بينها لتبادل النصوص أو الملفات وأيضاً القواعد التي تحدد كيفية تنفيذ الطلب والاستجابة. فمثلاً إذا أراد عميل استعراض صفحة ويب فسوف يقوم مستعرض الويب (Explorer) بفتح اتصال TCP مع مخدم الويب (Web Server) عبر المنفذ ٨٠ لطلب ملف أو نص معين كما هو مبين في الشكل. ثم يرد المخدم بإرسال ذلك الملف خلال منفذ TCP بعد التعرف على كل البيانات أو المعلومات الخاصة بهذا الملف الذي يقوم بعرضه مستعرض العميل كصفحة رئيسة تتضمن النصوص أو الصور أو البيانات. يمكن القول بأن البروتوكول HTTP يستخدم الخدمات التي يتم توفيرها بواسطة الـTCP في الطبقة الأساسية.

٣- بروتوكول نقل البريد البسيط Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)

هذا البروتوكول يستخدم لإرسال رسائل البريد الإلكتروني (E-mail) عبر شبكة الإنترنت. عندما يقوم المستخدم بإعداد الرسالة فإنها يجب أن تحتوي على عنوان المرسل إليه وعند الإعداد للإرسال فإن برنامج التطبيق الخاص بالبريد الإلكتروني يعد ملفاً للمعلومات السابقة بالإضافة إلى بعض المعلومات الأخرى التي تتعلق بشكل البيانات أو نوع الترميز المستخدم ثم يقوم البرنامج أو البروتوكول بفتح اتصال مع خادم SMTP المحلي عبر المنفذ ٢٥ حيث يتم إرسال الرسالة ثم استقبالها وبالتالي يتم تحقيق الطلب المرغوب.

٤- بروتوكول مكتب البريد Post Office Protocol (POP)

هذا البروتوكول هو أحد البروتوكولات التي يستخدمها عملاء البريد الإلكتروني للحصول على رسائلهم من خادم البريد الإلكتروني المحلي. يقوم البروتوكول POP بفتح اتصال مع الخادم المحلي عبر المنفذ ١١٠ من ناحية العميل والمنفذ ٢٥ من ناحية الخادم.

٥- نظام أسماء النطاقات Domain Name System (DNS)

يعتبر هذا النظام من أنظمة قاعدة بيانات مصنفة أو موزعة حيث يكمن في عدة أجهزة على شبكة الإنترنت. يستخدم النظام DNS للتحويل بين الأسماء والعناوين وتوفير خدمة توجيه معلومات البريد الإلكتروني. لذلك فإن أنظمة TCP/IP تستفيد من خدمات DNS لحل أسماء أجهزة المضيفات (Hosts) على شبكة الإنترنت وتحويلها إلى عناوين IP التي تحتاجها للاتصال. فمثلا إذا أراد جهاز

المصدر الاتصال بموقع يحمل اسماً ما فيقوم نظام DNS بتحويل اسم الموقع إلى عنوان IP الذي يحتاجه النظام TCP/IP لغرض الاتصال بالجهاز الذي به الموقع المطلوب.

٦- بروتوكول التكوين الديناميكي للمضيف Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

هذا البروتوكول تستخدمه محطات العمل المضيفات (Workstations) لطلب إعدادات تكوين TCP/IP من خادم الـ DHCP. بالإضافة إلى ذلك فإنه غالباً ما تكون وظيفة DHCP هي إعطاء عناوين IP للمضيفات بصفة متغيرة أو ديناميكية غير ثابتة وهذا عكس ما يحدث حين نضبط عنوان IP المضيف بصفة ثابتة لا تتغير.

٧- بروتوكول الإدارة البسيطة للشبكات Simple Network Management Protocol (SNMP)

يستخدم هذا البروتوكول لإدارة الشبكات ووظيفته جمع المعلومات حول جميع مكونات الشبكة المختلفة ووضعها وتشغيلها. يعتمد هذا البروتوكول على برامج عديدة تسمى الوكلاء أو الممثلون (Agents) التي تقوم بجمع المعلومات وترسلها الى المدير المركزي لإدارة الشبكة وذلك باستخدام رسائلSNMP .

٨- بروتوكول شبكة الاتصالات Telnet

هذا البروتوكول من مجموعة البروتوكول TCP/IP من نوع خادم/عميل (Server/Client) الذي يقوم بتوفير وسائل قياسية للوصول إلى المصادر على أجهزة الشبكة البعيدة وذلك عندما يكون برنامج Telnet في حالة تشغيل. يستطيع أحد مستخدمي الأجهزة تشغيل برنامج عميل Telnet والاتصال مع خادم Telnet وبعد الاتصال يستطيع المستخدم تنفيذ أوامر على الجهاز البعيد. أي إنه يمكن القول بأن البروتوكول Telnet يستخدم للتحكم عن بعد في جهاز حاسب في موقع آخر بعد الاتصال بالجهاز البعيد وتشغيل أي برنامج عليه، حينئذ فإن معالج جهاز الحاسب البعيد هو الذي سينفذ ذلك البرنامج وليس الجهاز المحلي. كذلك فإن البروتوكول Telnet يستخدم وسيلة اتصال TCP واحدة من النوع الثنائي FDX التي يمكن تحديدها بزوج من منافذ العبور لذلك يمكن للخادم أن يحتوي على أكثر من وسيلة اتصال Telnet في نفس الوقت.

٩- أداة المساعدة Packet Internet Groper (PING)

أداة المساعدة PING تستخدم أساساً في أنظمة TCP/IP . أيضا فهو برنامج تطبيقي بسيط باستطاعته أن يخبرنا إذا كان نظام البروتوكولات TCP/IP المستخدم على نظام أو جهاز آخر على الشبكة عاملاً ويعمل بشكل طبيعي. يقوم برنامج PING بتوليد سلسلة من رسائل echo request باستخدام البروتوكول Internet Control Message Protocol (ICMP) إلى محطة المضيف المحدد طالباً الرد الذي بالتالي يستجيب بتوليد رسائل echo reply وإرسالها إلى النظام المرسل. الغرض من بروتوكول التحكم ICMP أيضاً إشعار المضيفات المرسلة عن أي أخطاء قد تواجهها في عملية الاتصال أو أي معلومات تحكم في المضيفات الهدف أو في الموجهات.

١٠- أداة المساعدة Trace Route

أداة المساعدة هذه هي أحد أشكال البرنامج PING، فهو يمكن مستخدمي الشبكة من إيجاد المسار الذي تسلكه الرزمة (حزمة البيانات) من المضيف المحلي إلى المضيف البعيد وعرض المسارات المتاحة حالياً نظراً لتغير هذه المسارات من فترة لأخرى عبر الشبكة ،بالإضافة إلى إمكانية الحجب والوصول من المصدر إلى أي مطلوب. أيضاً أداة المساعدة هذه تمكن من استخدام البروتوكولات ICMP و UDP .

١١- أداة المساعدة NETSTAT

أداة المساعدة هذه تمكن من معرفة حالة مشغلات الشبكة وكروت المنافذ الخاصة بها كعدد رزم الدخل وعدد رزم الخرج والرزم التي بها أخطاء وغير ذلك بالإضافة أيضاً إلى وضع أو حالة جدول التوجيه في المضيف، وأي معالج خادم يكون فعالاً (نشطاً) بالمضيف وأيضاً أي اتصال TCP يكون فعالاً.

- **المنظمات والهيئات الدولية للمواصفات القياسية للشبكات:**

١- المنظمة الدولية للمواصفات International Standardization Organization (ISO) .

٢- لجنة اتحاد الاتصالات العالمي للاتصالات International Telecommunication union (ITU-T) .

٣- المعهد الأمريكي القومي للمواصفات American National Standardization Institute (ANSI) .

٤- معهد المهندسين الكهربيين والإلكترونيين Institute of Electrical & electronic Engineer (IEEE) .

٥- تجمع صناع الإلكترونيات Electronic Industrial Association (EIA) .

٦- جمعية الإنترنت Internet Society .

٧- تجمع تقنية النقل غير المتزامن ATM Forum .

أسئلة الوحدة الأولى

أجب عن الأسئلة الآتية:

س١ : ما الفرق بين شبكة الهاتف الثابت وشبكة الحاسب؟

س٢ : ما نوع الشبكات التي تربط بين شاشات عرض أوقات رحلات الطائرات القادمة والمغادرة في المطارات ؟

س٣ : اذكر ثلاثة أنواع من الأنواع الرئيسة للشبكات .

س٤ : ما المكونات المادية للشبكات ؟

س٥ : ما الغرض من بناء شبكة الحاسب ؟

س٦ : اذكر المعايير التي على أساسها يتم بناء شبكات الحاسب.

س٧ : ارسم شبكة حاسب ذات شكل نجمي ثم اذكر مميزات وعيوب هذا المخطط.

س٨: ما شبكة الحاسب الموسعة ؟ اذكر أربعة تطبيقات لهذه الشبكة.

س٩ : اذكر بالرسم ما تعرفه عن الاتصال باستخدام تقنية تحويل الرزم.

س١٠ : ما خصائص الشبكة ISDN ؟

س١١ : اذكر بعض خدمات شبكة الإنترنت.

س١٢ : اذكر ما تعرفه عن: بروتوكولات الشبكة- و نموذج الشبكة.

س١٣ : ارسم مخطط النموذج OSI مع ذكر مهام كل طبقة من طبقاته.

س١٤ : ارسم مخطط النموذج TCP/IP مع ذكر مهام كل طبقة من طبقاته.

س١٥ : ما مهام البروتوكول TCP؟

س١٦ : اذكر أسماء أربع هيئات أو منظمات عالمية تقوم بوضع المواصفات القياسية للشبكات.

س١٦ : أيهما أكثر استخداماً في الوقت الحاضر، النموذج OSI أم النموذج TCP/IP ولماذا ؟

س١٧ : تعد النهايات الطرفية، ووحدات المعالجة، وقنوات التراسل أهم مكونات شبكة الاتصال. حدد ما إذا كانت الأجهزة التالية من مكونات هذه الشبكة

- عداد قراءة الطاقة الكهربية المستهلكة بالمنازل.
- كابل الربط بين الهوائي وجهاز التلفاز .
- عداد السرعة الرقمي بالسيارة.
- جهاز النداء الآلي (البيجر).

- أجهزة تكبير البث التلفازي بمحطات الإرسال أو محطات التقوية.
- الدوائر الداخلية بجهاز الراديو.
- الفضاء الحر بين جهاز التحكم عن بعد (الريموت كنترول) وجهاز عرض الفيديو.
- جهاز المودم.

س١٨: حدد لكل من البروتوكولات، أو الإشارات أو المصطلحات التالية الطبقة التي يعمل عليها في النموذج OSI أو TCP/IP .

- نظام التشفير Manchester .
- التوجيه.
- البروتوكول IP .
- التقطيع Segmentation .
- Ethernet .
- UDP .
- المنافذ ports .
- أسلوب التناوب الثنائي Full Duplex .
- ASCII Code .
- ضغط وتشفير البيانات.
- TCP .

س١٩: ما الطبقة التي تتولى نقل البيانات من الجهاز إلى قناة الاتصال؟

- طبقة النقل.
- طبقة الإنترنت.
- طبقة الوصول إلى الشبكة.
- طبقة الخدمات والتطبيقات.

س٢٠: ما البروتوكولات غير المعتمدة على الاتصال Connectionless في البروتوكولات التالية:

- UDP .
- TCP .
- ICMP .
- IGMP .

- IP .

س٢١ : ما البروتوكول المسؤول عن:

- التحكم في تدفق البيانات.
- توجيه رزم البيانات.
- توليد إشعار باستلام البيانات.
- استخدام رقمي منفذين على جهاز الخادم.

س٢٢ : ما شكل مخطط الشبكة (الطبوغرافية) الذي يتطلب استخدام وصلات من نوع النهايات الطرفية:

- نجمية.
- خطية.
- حلقية.
- كل ما سبق.

س٢٣ : إذا فرض وذكر أن شبكة حاسب تسمح بنقل بليون بت/ث. هل يحدد هذا الرقم أداء الشبكة أم سرعة استجابة وحدات الشبكة؟

س٢٤ : ما خصائص شبكة النقل غير المتزامن ATM ؟

س٢٥ : ارسم مخططاً للخلية المستخدمة في تقنية النقل غير المتزامن ATM في حالة الربط بين المستخدم والشبكة UNI .

اتصالات البيانات والشبكات

نقل البيانات(Data Transmission)

الوحدة الثانية : نقل البيانات

الجدارة:

التعرف على البيانات والإشارات وسرعة التراسل والنطاق الترددي والعلاقة بينهما.

الأهداف:

عندما تكتمل هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً بإذن الله على:

١. التعرف على البيانات وأنواعها.
٢. التعرف على الإشارات وأنواعها.
٣. التعرف على معوقات التراسل المختلفة.
٤. التعرف على سرعة التراسل والنطاق الترددي وسعة القناة والعلاقة بينها.

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ٣ ساعات.

الوسائل المساعدة:

تنفيذ التدريبات العملية في المعمل.

متطلبات الجدارة:

اجتياز جميع المقررات السابقة.

٢- ١ مقدمة

يمكن استهلال هذه الوحدة ببعض التعريفات التي لابد منها لكي تكون عاملاً مساعداً لدراسة بقية أجزاء الوحدة.

تعريفات:

١- اتصالات البيانات(**(Data Communication**

هي عملية نقل أو تبادل المعلومات بين نقطتين أو أكثر (بين مرسل ومستقبل أو أكثر).

٢- المعلومة **(Information)**

المعلومة يقصد بها المعاني والمفاهيم والحقائق التي يمكن للإنسان أن يدركها بعقله البشري.

٣- البيانات **(Data)**

البيانات هي الشكل الخارجي الذي تمثله المعلومة مثال ذلك الموجات الصوتية – والصور – والفيلم المرئي – والرسومات – والنصوص المكتوبة – والإحصائيات العددية ......إلخ.

٤- الإشارات(**(Signals**

الإشارات هي الشكل الجديد للبيانات بعد تحويلها من الصورة التي كانت عليها إلى صورة أخرى مثال ذلك تحويلها إلى موجات كهربية أو كهرومغناطيسية أو ضوئية لكي تكون مناسبة للإرسال.

مثال:

عند مخاطبة شخص لآخر عن طريق الهاتف فإن المعلومات المراد إرسالها هي المعاني التي في ذهن المتكلم وعندما ينطق بها تكون الموجة الصوتية هي البيانات التي تمثل تلك المعلومات بشكل صوتي ثم يقوم ميكروفون الهاتف بتحويل هذه البيانات (الموجات الصوتية) إلى إشارة كهربية ترسل عبر شبكة الهاتف. أي إن المكالمة الهاتفية تتضمن المعلومة وهي المعاني التي تتضمنها المكالمة وأيضا تتضمن البيانات وهي الألفاظ الصوتية للمكالمة وأخيرا الإشارة الكهربية التي ترسل عبر شبكة الهاتف.

عند إرسال البيانات من نقطة الإرسال (المصدر) إلى نقطة أخرى (المكان المقصود) يجب أولاً معرفة النقاط التالية:

أ- طبيعة البيانات المراد إرسالها.

ب- الوسائل الطبيعية الفعلية التي تستخدم لنقل هذه البيانات.

ت- ما الوسائل أو العمليات أو إجراءات التحكم المطلوبة خلال عملية الإرسال لضمان استقبال البيانات بأمان ووضوح.

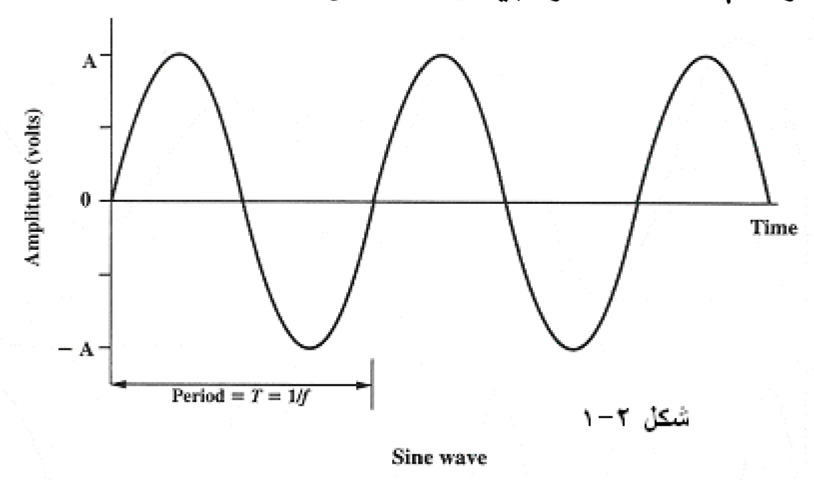
للإجابة على كل ما سبق دعنا نلقي الضوء على أنواع البيانات وطبيعتها وأيضاً على أنواع الإشارات وطبيعتها.

٢- ٢ أنواع الإشارات وطبيعتها

تنقسم هذه الإشارات إلى :

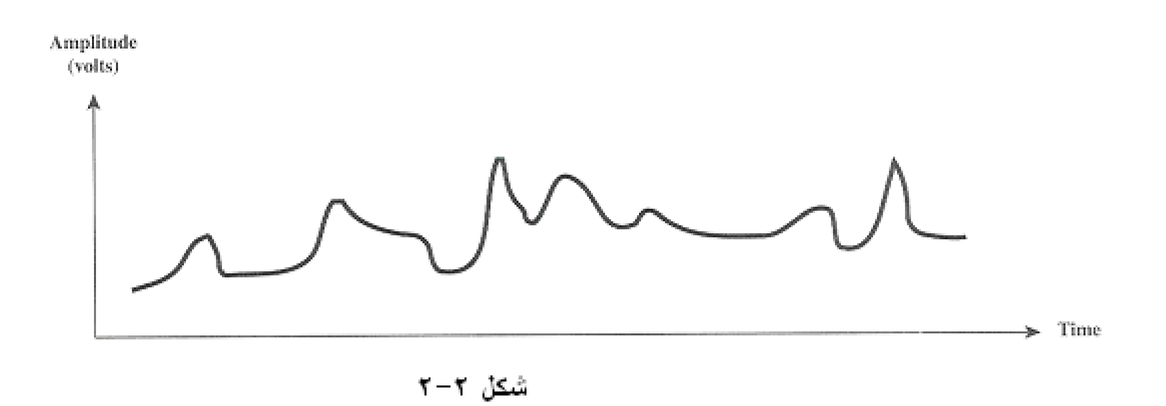
أ- **الإشارات التماثلية** (Analog Signals)

هي الإشارات التي تأخذ قيماً متغيرة متواصلة دون انقطاع خلال فترة زمنية محددة مثال ذلك الإشارة الكهربية للمصدر الكهربي جيبية الشكل كما هو مبين في الشكل(٢- ١) أو الإشارة الكهربية الصادرة من ميكروفون الهاتف كما هو مبين في الشكل(٢- ٢)



شكل ٢-١

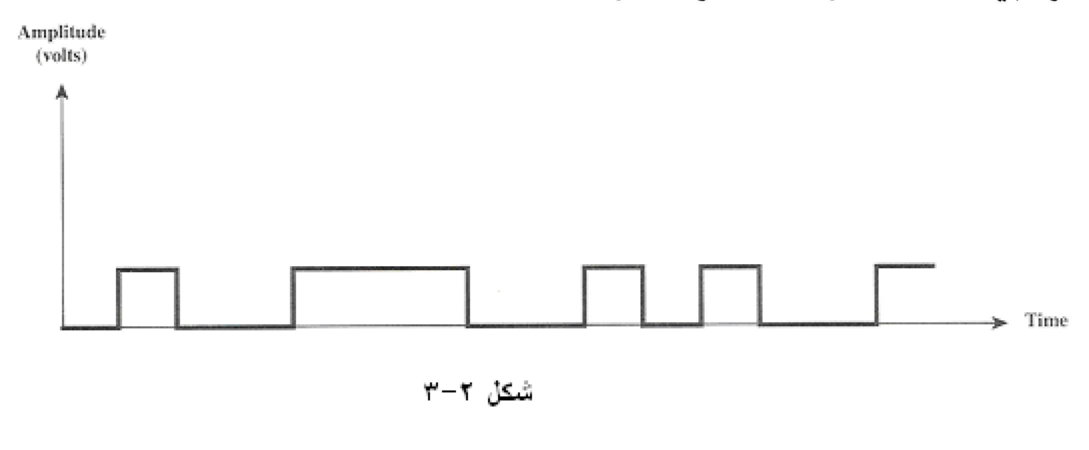
Sine wave



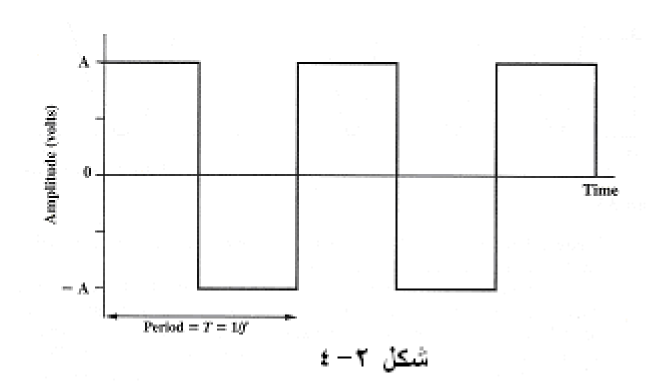
شكل ٢-٢

ب- الإشارات الرقمية ((Digital Signals

هي الإشارات التي تأخذ قيماً محددة عند تغيرها مع الزمن لكنها منفصلة أي غير متصلة مثال ذلك الإشارات الكهربية الصادرة عن أجهزة الحاسب الآلي أو الآلات الحاسبة أو التلغراف ...... إلخ. كما هو مبين في الشكل(٢- ٣) وشكل (٢- ٤)



شكل ٢-٣



شكل ٢-٤

٢- ٣ كيفية تحويل البيانات إلى إشارات (Data Conversions)

يمكن تحويل البيانات إلى إشارات كهربية بواسطة ما يسمى محولات الطاقة(Transducers) كما هو مبين في الشكل (٢- ٥) والتي سنوجز أمثلة لها فيما يلي:

أ- بيانات تماثلية – إشارات تماثلية

يمكن تحويل البيانات التماثلية (المحادثات الهاتفية) إلى إشارة كهربية عن طريق الميكروفون الموجود في جهاز الهاتف .

ب- بيانات رقمية- إشارات تماثلية

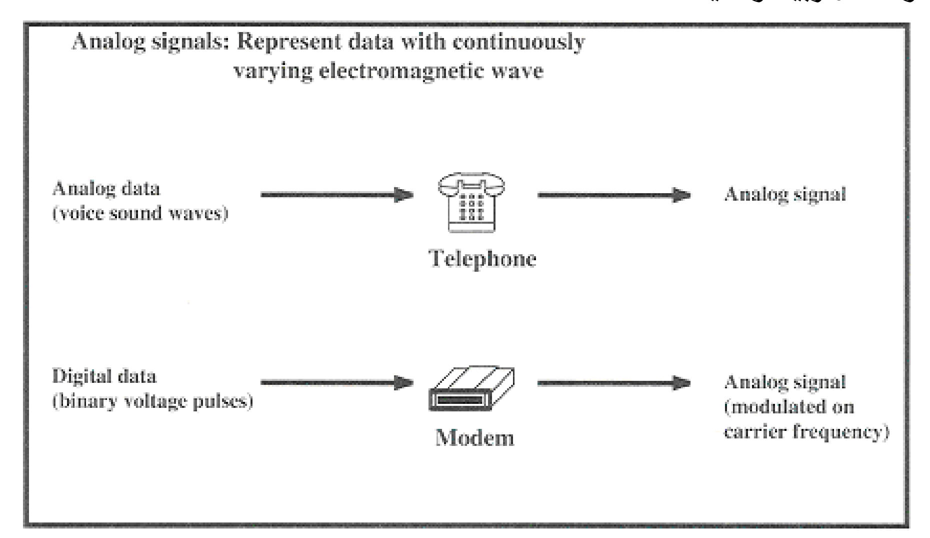
يمكن تحويل البيانات الرقمية مثال ذلك الأرقام والحروف بعد تحويلها إلى إشارة كهربية عن طريق عمليات التعديل المختلفة باستخدام جهاز المودم .

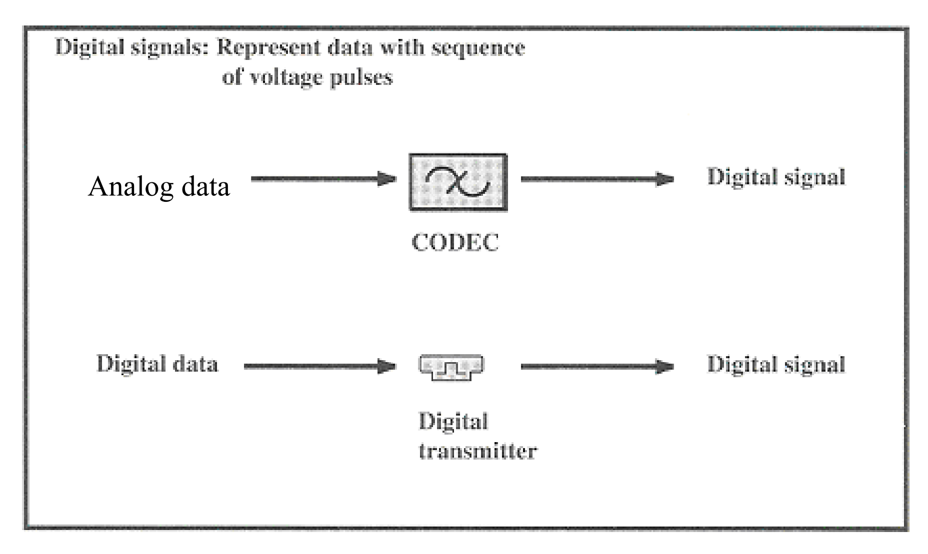
ث- بيانات تماثلية – إشارات رقمية

يمكن تحويل البيانات التماثلية بعد تحويلها إلى إشارة كهربية عن طريق ما يسمى بالكودك (Codec) .

ج- بيانات رقمية – إشارات رقمية

عند الضغط على مفاتيح لوحة مفاتيح الحاسب أو الآلة الحاسبة تتحول البيانات الرقمية (أرقام أو حروف) إلى إشارة كهربية رقمية.





شكل ٢-٥

٢- ٤ سرعة تراسل البيانات والنطاق الترددي
(Speed of Data Transmission and Bandwidth)

يمكن تمثيل الحروف الهجائية أو الأرقام أو الرموز بسلسلة من الرموز الثنائية حيث يمكن تمثيل كل حرف أو رقم بسلسلة من الرموز الثنائية تسمى بايت (٨ رموز ثنائية) أو باود (٥ رموز ثنائية- ٧رموز ثنائية- ٨ رموز ثنائية - - - أو أكثر) وذلك حسب أنظمة الترميز المستخدمة للحروف الإنجليزية أو العربية كنظام آسكي ASCII للحروف الإنجليزية أو نظام آسمو ASMO للحروف العربية.

عند إرسال البيانات الرقمية الثنائية فإنه يمكن التعبير عن سرعة تراسل هذه البيانات خلال قنوات التراسل بعدد الرموز الثنائية التي يمكن إرسالها في الثانية الواحدة وفي عالم الاتصالات اصطلح على استخدام وحدة (رمز ثنائي/ ثانية) أو بت/ ثانية (bit/sec) وذلك لحساب سرعة تراسل أو معدل تراسل البيانات وتختلف سرعة تراسل البيانات بحسب نوع وكمية البيانات المراد إرسالها فكلما ازدادت كمية المعلومات التي تمثلها البيانات الرقمية المراد إرسالها كلما تطلب ذلك معدلاً أعلى للتراسل ويبين الجدول التالي بعض التطبيقات المختلفة ومعدلات التراسل المناظرة لها:

التطبيقات	السرعة أو معدل التراسل
التلغراف – التليمتري	٦٠٠ بت/ث
تطبيقات الـ PCM خلال شبكات الهاتف	٩٦٠٠ بت/ث – ٥٦ ك. بت/ث
نقل ملفات البيانات	١١٥ ك. بت/ث
تراسل الصوتيات	١٦ ك. بت/ث – ٦٤ ك. بت/ث
تراسل الصور ذات السرعات المنخفضة	٣٢ ك. بت/ث – ٦٤ ك. بت/ث
اتصالات الحاسبات المركزية	١٠٠ ميجا بت/ث – ٣ جيجا بت/ث
تراسل المرئيات	٥ ميجا بت/ث – ١٠ ميجا بت/ث
تراسل الشبكات المحلية LAN	١٠ – ١٠٠ ميجا بت/ث – ١ جيجا بت/ث
التعدد في الاتصالات الهاتفية	١,٥٤٤ – ٦٢٢ ميجا بت/ث

غالباً ما يتعذر إرسال البيانات كما صدرت من مصادرها وللتغلب على ذلك يتم تحويل هذه البيانات إلى إشارات كهربية أو كهرومغناطيسية أو ضوئية لكي تكون ملائمة لوسط التراسل ويتم إرسالها بفاعلية إلى مسافات شاسعة عبر قنوات التراسل. وكما علمنا من دراساتنا السابقة إن لكل إشارة

نطاقها الترددي الذي يحدد أقل وأعلى تردد لهذه الإشارة وبالتالي تحديد إمكانية عبور هذه الإشارة لوسط التراسل حيث لو كان عرض النطاق الترددي لوسط التراسل أقل من عرض النطاق الترددي للإشارة المراد إرسالها فإن ذلك يؤدي إلى تشوه الإشارة المستقبلة.

وبدراسة خصائص الإشارة التي تمثل تلك البيانات نجد أن هناك علاقة طردية بين سرعة تراسل البيانات وبين عرض النطاق الترددي للإشارة التي تمثل تلك البيانات أو قناة التراسل التي ترسل خلالها تلك البيانات وتعرف هذه العلاقة بعلاقة نايكويست (Nyquist) التي تفترض أن التراسل مثالي بدون أي تداخلات أو أي مؤثرات خارجية.

أ- معدل تراسل الرموز الثنائية (Bit Rate)

كما ذكرنا سابقاً، فإنه تم استخدام الوحدة bit/sec لحساب سرعة أو معدل تراسل البيانات والتي تسمى أحياناً معدل نايكويست (Nyquist Rate) وهي علاقة طردية مع عدد البت أو الرموز المراد إرسالها n وأيضاً مع تردد نبضات الإشارة f_s وأيضا علاقة عكسية مع زمن البت أو الرمز الثنائي الواحد T_b والتي يمكن كتابتها كما يلي:

$$R = 1/T_b = n \cdot f_s$$

حيث :

سرعة التراسل (bit rate): R

عدد البت: n

تردد نبضات الإشارة: f_s

زمن البت: T_b

كما يمكن إيجاد عرض النطاق الترددي W بالهرتز للإشارة المراد إرسالها أو قناة التراسل بدلالة معدل تراسل البيانات والتي يمكن كتابتها كما يلي:

$$R = 2\,W$$

النطاق الترددي (band width): W

من هذه العلاقة نجد أنه كلما زادت سرعة تراسل البيانات كلما كانت الحاجة لعرض نطاق ترددي أكبر للإشارة المراد إرسالها وأيضاً نطاق ترددي أكبر لقناة أو وسط التراسل.

مثال:

في نظام التعديل النبضي الكودي PCM إذا كان التردد $f_s = 8$ K Hz وعدد البت $n = 8$ bits أوجد:

١- معدل الإرسال R.

٢- النطاق الترددي W .

٣- زمن البت الواحدة T_b.

الحل:

1- $R = n f_s = 8 \times 8 = 64$ K bit /sec

2- W= R/2 =64/2 = 32 K Hz

3- T_b= 1/R = 1/64 = 14.625 micro sec□

ب – معدل التراسل بالبود(Baud Rate)

في عالم الاتصالات اصطلح أيضاً على استخدام وحدة الـ Baud/sec لاحتساب سرعة تراسل البيانات كعدد للوحدات التي تتكون منها الإشارة والتي يمكن إرسالها في الثانية الواحدة والتي يمكن كتابتها كما يلي:

$$\text{Baud Rate} = 1/\ T_{baud}$$

حيث:

time interval of baud (T_{baud}) : زمن البود الواحدة

مثال:

- في نظم التلغراف

one baud = 5 bits or 7 bits

- في نظم اتصالات البيانات والشبكات

One baud = 7 bits or 8 bits or more

مثال:

إذا كانت الوحدة الزمنية للبود تستغرق ٢٠ مللي ثانية. أوجد سرعة التراسل بالبود.

الحل:

$$\text{Baud Rate} = 1/ T_{Baud} = 1/20 \text{ m sec} = 50 \text{ baud/sec}$$

٢- ٥ معوقات التراسل (Transmission Impairments)

في الحقيقة لا يوجد عملياً وسط تراسل مثالي ولكن في الواقع تتعرض الإشارة المرسلة عبر قناة التراسل إلى معوقات مختلفة وعديدة تؤثر على الإشارة مما قد يؤدي إلى صعوبة التقاط الإشارة عند جهاز المستقبل أو تمييزها عن العوامل التي أثرت عليها ومن أهم معوقات التراسل نذكر منها:

٢- ٥- ١ التدهور أو التوهين (Attenuation)

عند إرسال إشارة كهربية عبر وسط التراسل فإن شدة الإشارة تنخفض كلما انتشرت الإشارة لمسافات أطول وتختلف قيمة هذا الانخفاض حسب تردد الإشارة المرسلة والمسافة التي قطعتها الإشارة كما هو مبين بالشكل (٢- ٦). يمكن كتابة التدهور أو التوهين النسبي كدالة في التردد كما يلي:

$$N_f = -10 \log_{10} P_f/P_{1000} \text{ dB}$$

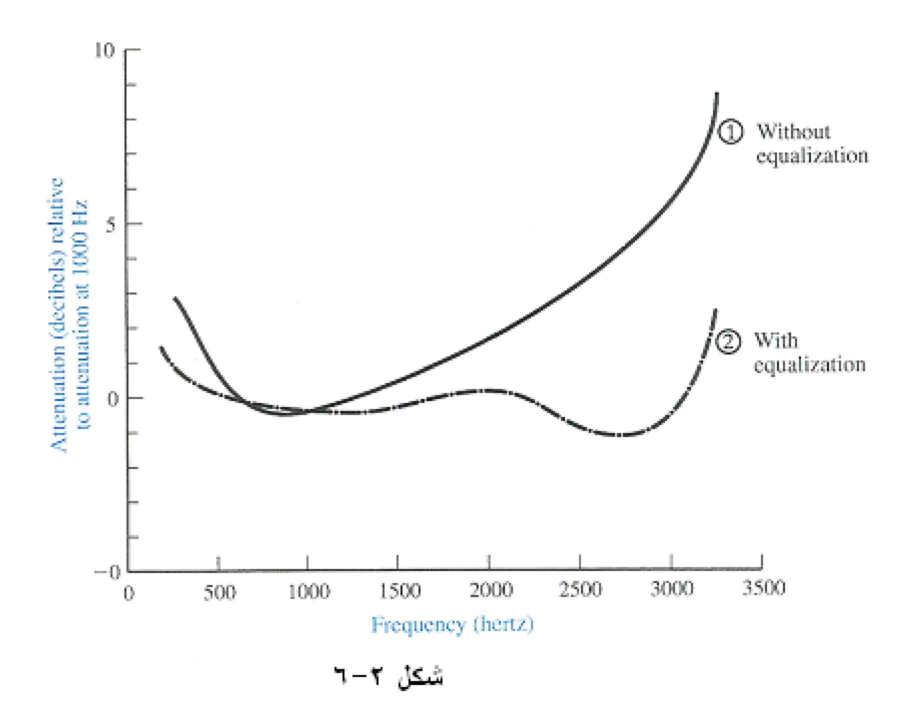
حيث إن:

N_f : التوهين النسبي

P_f: قدرة الخرج عند أي تردد f

P_{1000}: قدرة الخرج عند تردد محدد قدره ١٠٠٠ هرتز



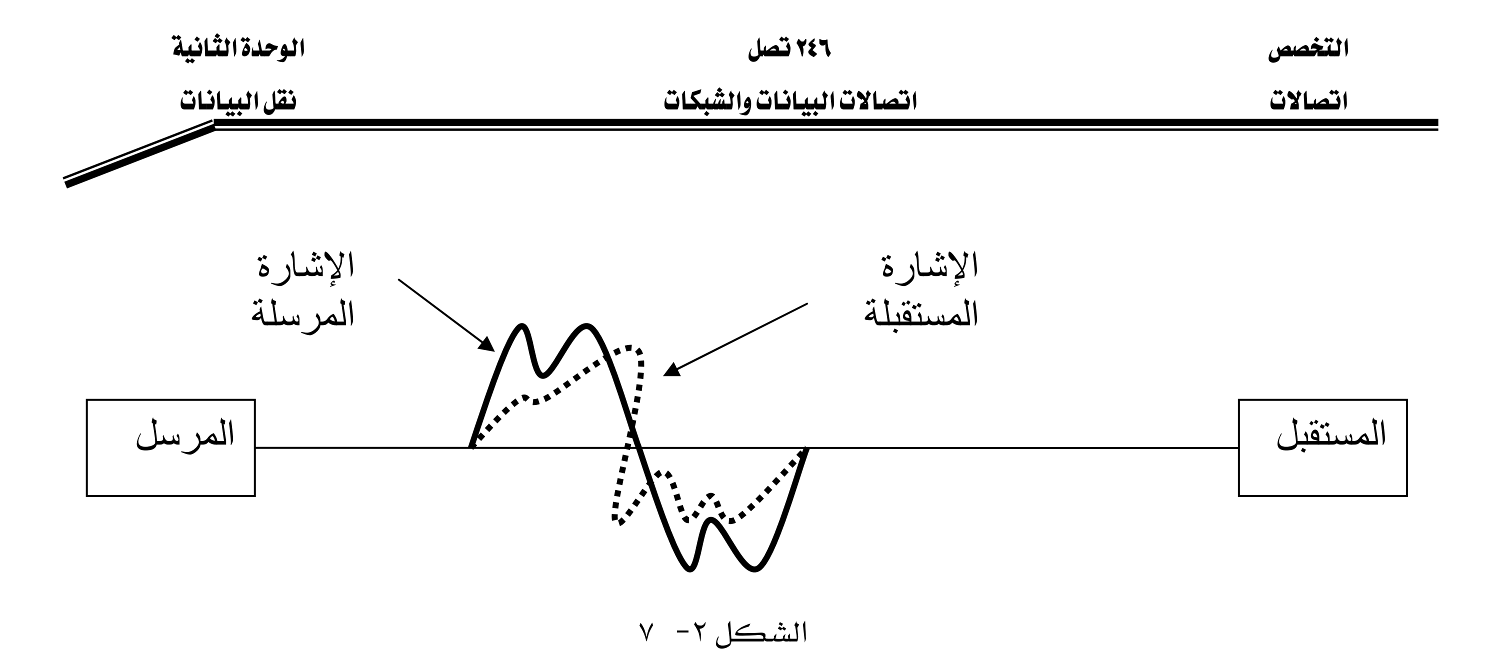


شكل ٢-٦

التشويه الناتج عن التوهين يمثل خطورة عند إرسال الإشارات التماثلية لكنه أقل خطورة بالنسبة لإرسال الإشارات الرقمية. لذلك تستخدم المكررات (المضخمات) وملفات التحميل والمسويات لتعويض تأثير التوهين على الإشارات المرسلة بحيث توضع أجهزة التعويض هذه على مسافات متساوية ومنتشرة بين المرسل والمستقبل.

٢- ٥- ٢ تشوه التأخير (Delay Distortion)

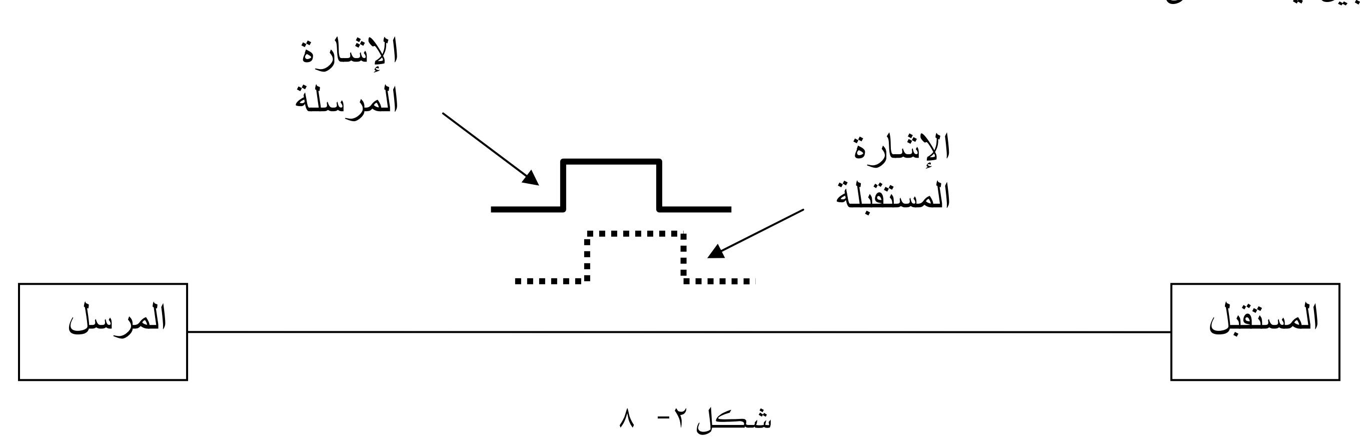
تشوه التأخير ظاهرة تنشأ عند عبور إشارة مركبة (متعددة الترددات) لوسط التراسل وبالتالي تختلف سرعة العبور لكل تردد عن الآخر وينشأ عن هذا الاختلاف عدم وصول موجات الترددات المكونة للإشارة المركبة في نفس الوقت عند المستقبل وذلك نتيجة لوجود فرق في زوايا الطور (الوجه) بين هذه الموجات مما يؤدي إلى تشويه الشكل النهائي للإشارة المستقبلة عما كانت عليه عند بدء إرسالها. كما هو مبين في الشكل (٢- ٧).



الشكل ٢- ٧

٢- ٥- ٣ التزحزح الزمني(Time Jitter)

عند إرسال الإشارات الرقمية يكون مهماً جداً تحديد بداية النبضة ونهايتها ولذلك يتطلب لهذا النوع من التراسل وجود تزامن أو توقيت أو توافق بين جهازي الإرسال والاستقبال لكي يمكن التعرف على هذه النبضات بدقة. لكن عند إرسال الإشارات الرقمية بسرعة تراسل عالية فإنه يحدث أحيانا أن لا يتطابق تحديد بداية ونهاية النبضات بين جهازي الإرسال والاستقبال مما يؤدي إلى خطأ في تحديد النبضة وبالتالي خطأ في استقبال الإشارة الرقمية وتعرف هذه الظاهرة بالتزحزح الزمني. كما هو مبين في الشكل (٢- ٨).

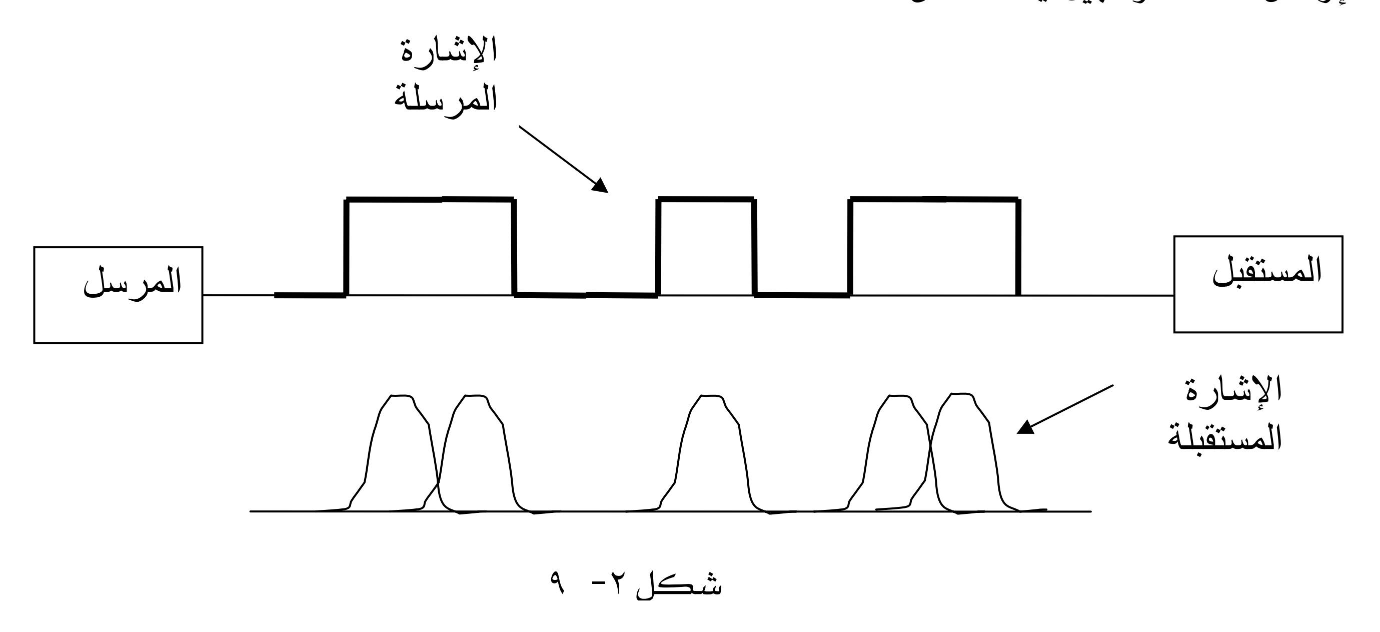


شكل ٢- ٨

٢- ٥- ٤ تداخل الرموز (Inter-symbol Interference)

عند إرسال الإشارات الرقمية خلال وسط تراسل ذي نطاق ترددي محدود فإن الترددات المكونة للإشارة الرقمية لا تتمكن كلها من عبور وسط التراسل مما يؤدي إلى تغير شكل الإشارة بحيث تتداخل حدود كل رمز في الذي يليه أو الذي يسبقه ونتيجة لهذا التداخل يحدث خطأ في تحديد

النبضات لدى جهاز الاستقبال وهذه الظاهرة تعد سبباً رئيساً في محدودية سرعة التراسل عبر قنوات الإرسال. كما هو مبين في الشكل (٢- ٩).



شكل ٢- ٩

٢- ٥- ٥ التداخل المتعارض أو اعتراض الكلام (Cross Talk)

يحدث هذا التداخل نتيجة التقاط إشارة غير مرغوب فيها من قناة إرسال مجاورة كما يحدث بين الأسلاك الهاتفية المزدوجة نتيجة ضعف العازل الكهربي كأن يسمع المتحدث هاتفيا مكالمة أخرى مع مكالمته. أيضا يحدث هذا التداخل نتيجة التقاط إشارات غير مرغوب فيها عن طريق هوائي الاستقبال.

٢- ٥- ٦ الضوضاء الناشئة عن التعديل الداخلي (Intermodulation Noise)

هذه الظاهرة تنشأ نتيجة وجود علاقة غير خطية بين دخل وخرج وسط التراسل أو بين دخل وخرج المرسل أو بين دخل وخرج المستقبل. ونتيجة لهذه العلاقة غير الخطية ظهور ترددات غير مرغوب فيها عند المستقبل لم تكن موجودة عند المرسل تتسبب في ظهور ما يسمى بالضوضاء أو الشوشرة.

٢- ٥- ٧ التداخل الكهربي (Electrical Interference)

يحدث هذا التداخل نتيجة تشغيل بعض أجهزة الاتصالات وتأثيرها على بعض الأجهزة الأخرى ومن ذلك تشغيل الرادارات أو نظم الجوال أو نظم الميكروويف وتأثيرها على أجهزة الراديو أو التلفاز أو التداخل بين القنوات المختلفة. كما يمكن للتداخل الكهربي أن يحدث أيضا نتيجة تشغيل الأجهزة أو النظم الكهربية أو خطوط الضغط العالي. تكون نتيجة هذا التداخل ظهور ما يسمى بالضوضاء أو الشوشرة.

٢- ٥- ٨ الضوضاء الحرارية (Thermal Noise)

الضوضاء الحرارية هي عبارة عن إشارة كهربية غير مرغوب فيها تحدث نتيجة الحركة العشوائية للإلكترونات الحرة داخل المواد الموصلة ونظراً لزيادة حركة الإلكترونات مع ارتفاع درجة الحرارة نتيجة اكتسابها لهذه الطاقة الحرارية فإنه يطلق على هذا النوع من الضوضاء بالضوضاء الحرارية كما هو مبين في الشكل (٢- ١٠).

كما يطلق عليها أيضاً الضوضاء البيضاء نظراً لاحتوائها على جميع الترددات المشابهة لطيف الضوء الأبيض الذي يحتوي على جميع الألوان الأساسية.ويمكن كتابة كثافة قدرة الضوضاء الحرارية المتولدة في الموصل نتيجة حركة الإلكترونات العشوائية واعتمادها على درجة الحرارة بالمعادلة الآتية:

$$N_o = K_o \cdot T \quad \text{watt/ hz}$$

$K_o = 1.38\times 10^{-23}$ J/K ثابت بولتزمان

T درجة الحرارة مقاسة بالكلفن



شكل ٢- ١٠

٢- ٥- ٩ الضوضاء النبضية (Impulse Noise)

تحدث هذه الضوضاء نتيجة مرور تيار عالي الشدة في زمن قصير جداً نتيجة حدوث تماس كهربي أو فتح وقفل المفاتيح الكهربية أو الإلكترونية بالمقاسم وبدء تشغيل المحركات والخبو والظواهر الطبيعية كالصواعق والبرق. كما هو مبين في الشكل (٢- ١١).



شكل ٢- ١١

٢- ٦ سعة القناة (Channel Capacity)

يمكن تعريف سعة قناة التراسل على أنها أقصى سرعة تراسل يمكن تحقيقها لإرسال البيانات خلال وسط أو قناة التراسل. عندما تكون سرعة تراسل البيانات أكبر من سعة القناة فإنه سوف يحدث خطأ نتيجة هذا التجاوز في سرعة التراسل وبالتالي لابد أن يكون معدل التراسل أو سرعة التراسل أقل من سعة القناة لتلاشي حدوث أي خطأ. ولدراسة سعة القناة نجد أنها تعتمد على:

أ- **معدل إرسال البيانات** R

يمثل هذا المعدل سرعة إرسال البيانات بالـ bit/sec.

ب- **النطاق الترددي** W

وهو يمثل عرض النطاق الترددي لقناة التراسل والذي يجب ألا يتجاوزه النطاق الترددي للإشارة المرسلة حتى لا يحدث خطأ.

ت- **الضوضاء** (Noise)

الضوضاء مثال ذلك الضوضاء الحرارية تؤثر على شكل الإشارة الرقمية مما يؤدي إلى صعوبة تمييزها والتعرف عليها واستقبالها كما تؤدي إلى خطأ في استقبال الإشارة الرقمية وعدم التعرف الصحيح على رموز الإشارة في جهاز الاستقبال.

ث - **معدل الخطأ** (Error Rate)

هو المعدل الذي عنده يظهر الخطأ خلال تراسل البيانات الرقمية حيث يتحول الرقم الثنائي 0 إلى الرقم الثنائي 1 والرقم الثنائي 1 يتحول إلى الرقم الثنائي 0.

ج- **نسبة قدرة الإشارة إلى الضوضاء** (Signal-to-Noise Ratio)

عند إرسال البيانات الرقمية عبر وسط تراسل مادي فإن العالم الشهير شانون وضع علاقة تحدد أكبر حد لمعدل تراسل البيانات (أقصى سرعة لتراسل البيانات خلال هذا الوسط) واعتمادها على النطاق الترددي لقناة التراسل وأيضاً على نسبة قدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء. هذه العلاقة يمكن كتابتها على النحو التالي:

$$C = W \log_2 (1 + S/N) \qquad \text{bit/sec}$$

حيث:

C : سعة القناة بالـ بت/ثانية

W : عرض النطاق الترددي للقناة بالهرتز

S : قدرة الإشارة بالوات

N : قدرة الضوضاء بالوات

$$\text{Log}_2\, x = \log_{10} x / \log_{10} 2 = 3.322 \log_{10} x$$

مثال:

قناة هاتفية عرض نطاقها الترددي هو ٣٤٠٠ هرتز. أوجد أقصى سرعة تراسل(سعة القناة C) خلال هذه القناة إذا كانت نسبة قدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء هي ١٠٠٠. أوجد أيضا نسبة قدرة الإشارة إلى الضوضاء S/N بالديسبل.

الحل:

$$C = W \times 3.322 \log_{10} (1+ S/N$$
$$= W \times 3.322 \log_{10}(1+1000)$$
$$=3400 \times 3.322 \log_{10} (1+1000)$$
$$= 34 \text{ k bit/sec}$$

$$(S/N)_{dB} = 10 \log_{10} S/N$$
$$=10 \log_{10} 1000 = 30 \text{ dB}$$

وتمثل هذه القيمة أقصى حد ممكن لسرعة التراسل خلال القناة الهاتفية عند هذه النسبة لقدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء. وفي الحياة العملية تكون سرعة التراسل الفعلية أقل من هذا الحد نظرا لوجود المعوقات التي تحد من سرعة التراسل كما ذكرنا سابقاً.

استنتاج:

معدل خطأ النبضة الثنائية الواحدة والذي يرمز له بـ (P_e) تعتمد قيمته على نسبة الطاقة الموجودة في هذه النبضة إلى كثافة قدرة الضوضاء المؤثرة على هذه النبضة (على اعتبار أنها ضوضاء حرارية) أي على E_b/N_o حيث إن:

$$E_b/N_o = S.T_b / K_o.T = S/R.K_o.T$$
$$E_b/N_{o\,dB} = 10 \log_{10} S/R.K_oT$$
$$= 10 \log_{10} S - 10 \log_{10} R - 10 \log_{10} K_o - 10 \log_{10} T$$
$$= S_{dBw} -$$
$$10 \log_{10} R + 228.6_{dBw} - 10 \log_{10} T$$

مثال:

إذا كانت النسبة $E_b/N_o= 8.4db$ مطلوبة للحصول على معدل خطأ قدره 1/10000 فما هو مستوى قدرة الإشارة المستقبلة إذا كان معدل التراسل $R= 2400$ bit/sec ودرجة الحرارة بالكلفن $T= 290$

الحل:

$$E_b/N_{o\,db} = S_{dbw} - 10 \log_{10} R + 228.6_{dbw} - 10 \log_{10} T$$

$$8.4_{db} = S_{dbw} - 10 \log_{10} R + 228.6_{dbw} - 10 \log_{10} T$$

$$= S_{dbw} - 10\log_{10} 2400 + 228.6_{dbw} - 10\log_{10} 290$$

$$S_{dbw} = - 161.8 \ dbw$$

أسئلة الوحدة الثانية

أجب عن الأسئلة الآتية:

س١: في البيانات التالية، حدد ما إذا كانت هذه البيانات تماثلية أو رقمية:

- عدد السكان في مدينة جدة.
- صوت المذيع بجهاز الراديو.
- الصور المعروضة على شاشة التلفاز .
- نسبة النجاح في الثانوية العامة.

س٢: في الإشارات التالية، حدد ما إذا كانت هذه الإشارات تماثلية أو رقمية:

- إشارة خرج جهاز الحاسب.
- الإشارة الكهربية المارة بأسلاك الإنارة.
- إشارة خرج نظام التلغراف.
- إشارة خرج جهاز الهاتف.

س٣: حدد نوع الإشارات التالية:

- إشارات خرج أجهزة الهاتف.
- إشارات خرج هوائي جهاز الإرسال.
- إشارات خرج المولد الكهربي.
- إشارات خرج الحاسب الآلي.

س٤: عرف كلاً مما يلي:

المعلومات – البيانات – الإشارة – سرعة التراسل – سعة القناة

س٥: إذا أردنا إرسال رسالة مكونة من ٣ صفحات، وكل صفحة تحتوي على ٢٠٠ كلمة وكل كلمة تحتوي على ٥ أحرف في المتوسط وكل حرف يتم تمثيله بـ ٨ بت. احسب الوقت اللازم لإرسال هذه الرسالة إذا كان معدل التراسل يبلغ ٤٨٠٠ بت/ثانية.

س٦: في السؤال السابق، أوجد معدل التراسل بالبود/ثانية إذا كان البود الواحد مكوناً من ٨ بت.

س٧: أوجد معدل التراسل اللازم لإرسال إشارة رقمية إذا تم إرسالها خلال قناة اتصال عرض نطاقها الترددي هو ٦٤ ك.هرتز. أوجد أيضا زمن البت الواحدة.

س٨: ما أقصى سرعة تراسل لقناة هاتفية ذات نطاق ترددي قدره ٣ ك. هرتز إذا كانت نسبة قدرة الإشارة إلى الضوضاء هي ١٠٠٠ ؟

س٩: ما نسبة قدرة الإشارة إلى الضوضاء بالديسبل اللازمة للحصول على نفس سرعة التراسل في السؤال السابق إذا كان عرض النطاق الترددي لقناة التراسل أصبح ٢٤٠٠ هرتز ؟

س١٠: بين سبب حدوث مايلي:

- الضوضاء الحرارية.
- الضوضاء النبضية.
- التدهور أو التوهين.
- التزحزح الزمني.
- التداخل الكهربي.
-

س١١: إشارة تماثلية ذات نطاق ترددي قدره ٤ك. هرتز تم تحويلها إلى إشارة رقمية باستخدام نظام الـ PCM ذات $n = 8$ bits . احسب معدل إرسال الإشارة الرقمية لخرج هذا النظام ثم احسب النطاق الترددي اللازم لإرسال هذه الإشارة. احسب أيضاً الزمن اللازم لإرسال البت الواحدة.

س١٢: قارن مع التعليل: عند سماعك جهازاً سمعياً رقمياً وآخر تماثلياً وأيضا عند مشاهدتك لجهاز مرئي رقمي وآخر تماثلي.

اتصالات البيانات والشبكات

وسائط النقل (Transmission Channels)

الوحدة الثالثة : وسائط النقل (Transmission Channels)

الجدارة:

التعرف على وسائط التراسل وأنواعها المختلفة وتطبيقات استخداماتها المختلفة.

الأهداف:

عندما تكتمل هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً بإذن الله على:

١- معرفة الأنواع المختلفة لوسائط التراسل.

٢- تحديد نوع وسط التراسل الخاص بأي نطاق ترددي.

٣- تحديد نوع وسط التراسل الخاص بأي تطبيق.

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب على محتويات هذه الوحدة: ٣ساعات .

الوسائل المساعدة:

تنفيذ التدريبات العملية في المعمل.

متطلبات الجدارة:

اجتياز جميع المقررات السابقة.

٣- ١ مقدمة

تمثل قناة التراسل وسيلة الربط أو الوسيط الذي يربط بين المرسل والمستقبل والذي تعبر خلاله الإشارة من مصدر الإرسال إلى نقطة الاستقبال. تتنوع قنوات التراسل المستخدمة في شبكات الاتصالات وشبكات الحاسب إلى أنواع عديدة تتفاوت في مزاياها وخصائصها وأساليب إرسال الإشارات خلالها وتأثيرها على الإشارات المرسلة وحسن التراسل وجودته مما يتيح لمستخدمي الشبكات حرية الاختيار بين الأنواع المختلفة لقنوات التراسل حسب التطبيق والغرض من الإرسال. ولقد تطورت قنوات التراسل تطوراً كبيراً مما أتاح إمكانية تبادل البيانات بمعدلات مختلفة وإرسال الإشارات لمسافات بعيدة وبتكلفة مناسبة.

تنقسم قنوات التراسل إلى قسمين رئيسين هما: قنوات التراسل الموجه Guided (السلكية) وقنوات التراسل غير الموجه Unguided (اللاسلكية).

٣- ٢ وسائط التراسل الموجه (Guided Media)

في هذا النوع من وسائط أو قنوات التراسل يتم توجيه الإشارة المراد إرسالها خلال وسط طبيعي مصمت مثال ذلك الأسلاك المزدوجة أو الكيبلات المحورية أو الألياف المحورية. وتعتمد سعة قناة التراسل بدلالة معدل التراسل والنطاق الترددي التي تم اختيارها لتطبيق ما على مسافة التراسل (مسافة قصيرة أو مسافة طويلة) وعلى إمكانيات أو طرق توصيل قناة التراسل (هل هي بين نقطة ونقطة أو بين نقطة وعدة نقاط). سوف نستعرض فيما يلي أهم أنواع قنوات التراسل من هذا النوع.

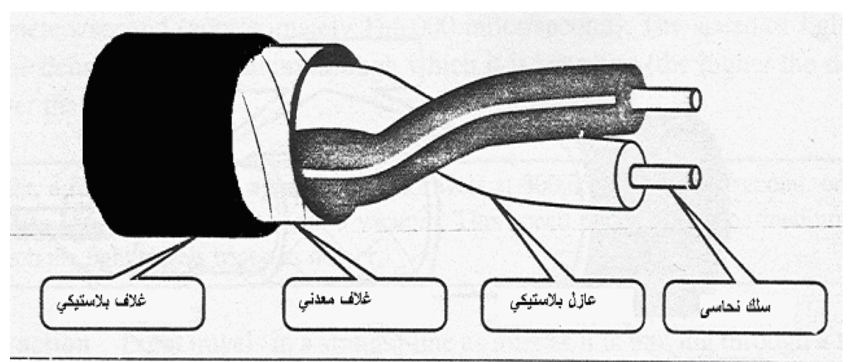
٣- ٢- ١ الأسلاك المزدوجة **(Twisted Pairs Wires)**

يعتبر هذا النوع من أبسط أنواع قنوات التراسل الشائعة الاستخدام وأقلها تكلفة. تتكون الأسلاك المزدوجة من موصلين من النحاس كل منهما معزول بغلاف مطاطي أو بلاستيكي ويتم جدلهما حول بعضهما البعض twisting وذلك بهدف تقليل التشويه الحادث للإشارة المرسلة والناجم عن التأثيرات الخارجية المختلفة مثال ذلك الضوضاء وتداخل الكلام. وتتميز الأسلاك المزدوجة برخص ثمنها وانتشار استخدامها لأغراض شبكات الهاتف وتراسل البيانات وشبكات الحاسب ولاستخدام هذه الأسلاك في الأغراض أو التطبيقات المختلفة يتم تحديد مواصفاتها التي تحددها سماكة الموصل وكمية العازل حوله ومقدار الجدولة بالسلك ووجود غلاف حماية معدني يحيط بالسلك وبناء على هذه المواصفات يتم تحديد

النطاق الترددي للسلك المزدوج كما تتحدد سرعة التراسل التي تسمح للسلك المزدوج أن يحققها للبيانات المرسلة عبر قناة التراسل. ويتم تصنيف الأسلاك المزدوجة إلى نوعين هما :

أ- الأسلاك المزدوجة المحمية (Shielded Twisted Pairs- STP)

يعتبر هذا النوع شائع الاستخدام في نظم الهاتف كما إن نطاقه الترددي يعتبر ملائماً لإرسال البيانات والمحادثات الهاتفية. يتكون هذا النوع من الأسلاك من موصلين من النحاس كل منهما معزول بغلاف مطاطي أو بلاستيكي ذي لون محدد لتحديد الموصل من بين الموصلات الأخرى ذات الأسلاك المزدوجة ويتم جدلهما حول بعضهما البعض مع وجود غلاف معدني يحيط بالأسلاك بغرض حماية الموصلات من التأثيرات الخارجية كالإشعاع الكهرومغناطيسي والإشارات الناتجة عن وسائل الاتصال والتداخل الكهربي وتداخل الكلام المتعارض والتدريب أو المجاور للأسلاك المزدوجة مع ضرورة توصيل الغلاف المعدني بالأرض. الأنواع المعيارية لأسلاك الـ STP هي الفئة 1A التي تستخدم للوصلات الطويلة والفئة 6A التي تستخدم للوصلات القصيرة.الشكل(٣- ١)

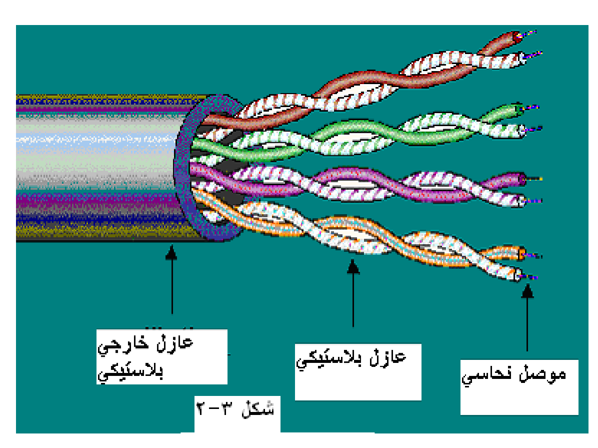


شكل ٣-١

ب - الأسلاك المزدوجة غير المحمية (Unshielded Twisted Pairs - UTP)

يعتبر هذا النوع من وسائط التراسل الشائعة الاستخدام هذه الأيام خاصة في نظم الاتصالات الهاتفية كما إن نطاقه الترددي يجعله ملائماً لإرسال كل من البيانات والمحادثات الهاتفية. يتكون هذا النوع من الأسلاك من موصلين من النحاس كل منهما معزول بغلاف مطاطي أو بلاستيكي فقط وباللون المحدد له وتتم جدلهما حول بعضهما للتقليل من تأثير الضوضاء على الإشارة المرسلة دون وجود غلاف حماية معدني يحيط بالسلك. ويتم تصنيف هذا النوع من الأسلاك إلى عدة مجموعات أو فئات ويحدد رقم المجموعة مواصفات الأسلاك حسب مقدار الجدولة في كل سنتيمتر طولي للسلك . ويبين الجدول التالي هذه

الأصناف لأسلاك الـ UTP ونطاق تردداتها وسرعة التراسل الممكنة ومقارنتها بنوع الأسلاك الـ STP.
الشكل(٣- ٢)



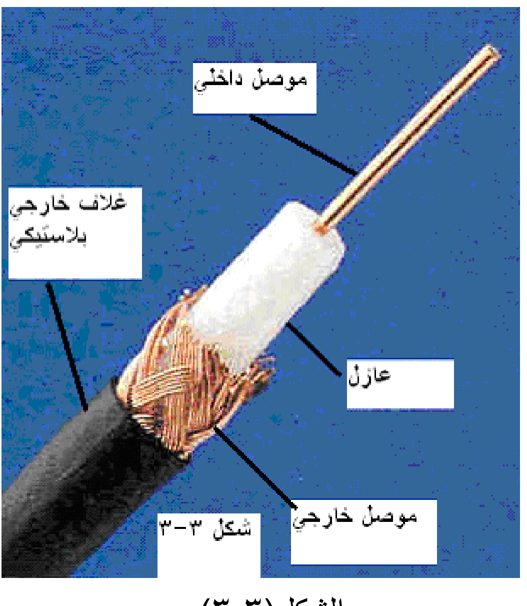
الشكل ٣-٢

الفئة	النطاق الترددي	سرعة التراسل	التطبيقات
UTP-cat1	نطاق المحادثات	-	نظم الاتصالات الهاتفية
Cat2	١,٥ ميجا هرتز	٤ ميجا بت/ث	الاتصال الهاتفي والبيانات
Cat3	١٦ ميجا هرتز	١٠ ميجا بت/ث	10BaseT-100BaseT4-Tele.Sys.
Cat4	٢٠ ميجا هرتز	١٦ ميجا بت/ث	Token Ring LAN
Cat5	١٠٠ ميجا هرتز	١٠٠ ميجا بت/ث	100BaseTx Fast- MAN Fast
Cat5e	١٠٠ميجا هرتز	١٠٠٠ ميجا بت/ث	1000BaseT4-Gigabit Ethernet
Cat6	٢٥٠ ميجا هرتز	١٠٠٠ ميجا بت/ث	1000BaseTx - Gigabit Ethernet
STP	١٥٠ ميجا هرتز	١٠٠- ١٥٠ ميجا بت/ث	شبكات الـ LAN والـ MAN السريعة

٣- ٢- ٢ الكابلات المحورية (Coaxial Cables)

يتكون الكيبل المحوري من موصل نحاسي داخلي محاط بمادة عازلة وهو يمثل الناقل الداخلي للإشارات ويحيط بالموصل الداخلي والعازل موصل خارجي آخر بشكل أسطواني يعمل كقطب أو طرف أرضي للكيبل المحوري ويتم تغليف الموصل الخارجي بغشاء مطاطي أو بلاستيكي عازل كما هو مبين في الشكل (٣- ٣). ونتيجة تكوين الكيبل المحوري بهذا الشكل فإنه يعطيه مناعة عالية ضد التداخلات والمتعارضات مقارنة بالأسلاك المجدولة كما يتميز الكيبل المحوري بعرض نطاق ترددي

كبير قد يصل إلى ٥٠٠ ميجا هرتز وسرعة تراسل قد تصل إلى ٥٠٠ ميجا بت/ث مما يتيح إمكانية إرسال آلاف المكالمات الهاتفية أو عدد من القنوات التلفاز ية معاً أو إرسال البيانات ذات السرعات العالية.



الشكل(٣-٣)

توجد عدة أنواع من الكيبلات المحورية تم تصميمها وتصنيفها تبعا لما يسمى معدلات الـ Radio Government(RG) حيث يمثل كل رقم يتبع الحرفين RG مجموعة من الخصائص الفيزيائية للكيبل تتضمن قطر الموصل الداخلي وسمك ونوع العازل الداخلي وتركيب ونوع وحجم الغلاف الخارجي للكيبل المحوري نذكر منها مايلي:

- الكيبل المحوري السميك والمسمى RG-8 ويستخدم في شبكات الحاسب تحت اسم thick Ethernet.
- الكيبل المحوري الرفيع والمسمى RG-9 ، RG-58 ، RG-11 ويستخدم في شبكات الحاسب تحت اسم thin Ethernet.
- الكيبل المحوري المسمى RG-59 ويستخدم في الربط التلفاز ي.

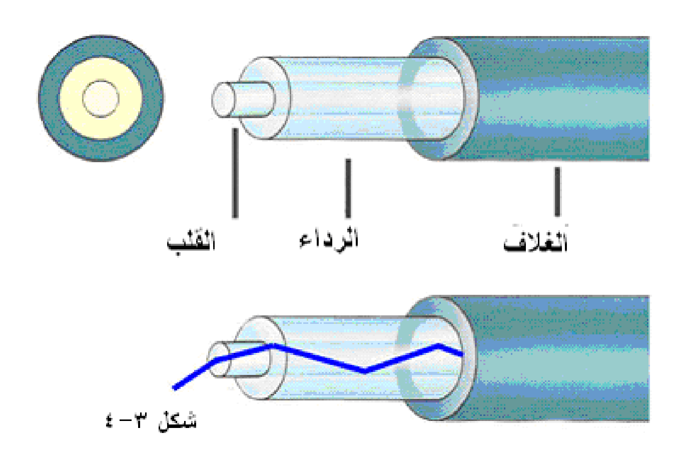
نظراً للنطاق الترددي الكبير الذي يتميز به الكيبل المحوري بالإضافة إلى مناعته العالية ضد التداخلات فإنه يستخدم في تطبيقات كثيرة نذكر منها:

- تراسل البيانات ذات السرعات العالية.
- الشبكات المحلية.
- الدوائر التلفازية المغلقة.
- الإرسال الهاتفي المتضاعف (المتعدد) للمسافات البعيدة أو بين المقاسم.
- توزيع قنوات الإرسال التلفاز ي من محطات الإرسال إلى أماكن المشتركين المختلفة.

٣- ٢- ٣ الألياف البصرية (**Optical Fiber**)

نظراً لتعرض الإشارات المرسلة خلال قنوات التراسل المصنوعة من النحاس للاضمحلال والضوضاء والتداخلات الأمر الذي يتطلب معه استخدام مكررات أو مضخمات Repeaters توضع على مسافات متباعدة بين المرسل والمستقبل لإعادة تقوية الإشارات مرة أخرى مما يجعل هذه التقنية من الناحية الاقتصادية غير مفيدة بالإضافة إلى تأثير الضوضاء المتراكم خلال قناة التراسل والنطاق الترددي الذي لا يتلاءم مع حجم المعلومات الكبير والهائل المراد إرساله خلال قنوات التراسل في الشبكات المختلفة الأمر الذي أدى في بداية السبعينات من القرن العشرين إلى ظهور وسط تراسل جديد له خصائص ومميزات عديدة عن تلك المصنوعة من النحاس مثال ذلك الفقد أو التوهين للوسط الجديد الذي يكون ذا قيمة صغيرة جداً خلال نطاق ترددي كبير جداً. يصنع وسط التراسل الجديد هذا من الزجاج أو البلاستيك من مادة السيلكا البالغة النقاوة والذي يسمى بالألياف البصرية والذي ترسل خلاله الإشارات أو البيانات في صورة ضوء آخذين في الاعتبار طبيعة وخصائص الضوء للتحكم في انتشار الإشارة الضوئية خلال الألياف البصرية التي تمثل وسط التراسل.

٣- ٢- ٣- ١ تكوين الكيبل البصري Cable Composition



الشكل(٣- ٤) يبين كيبل الألياف البصرية ذا الشكل الأسطواني والذي يتكون من ثلاثة أجزاء رئيسة هي:

- الناقل الداخلي المصنوع من الزجاج أو البلاستيك ويطلق عليه القلب core وهو ذو نقاوة وكثافة ضوئية عالية وحجم وشكل منتظم.
- الكسوة أو الرداء cladding مصنوعة من الزجاج أو البلاستيك تحيط بالناقل الداخلي لكنها ذات معامل انكسار للضوء مخالف لمعامل انكسار الناقل الداخلي وتحاط الكسوة بشعيرات من الكيفلر لتدعيم الكيبل.
- الغلاف الخارجي jacket المصنوع من البلاستيك لحماية وتدعيم الكيبل.

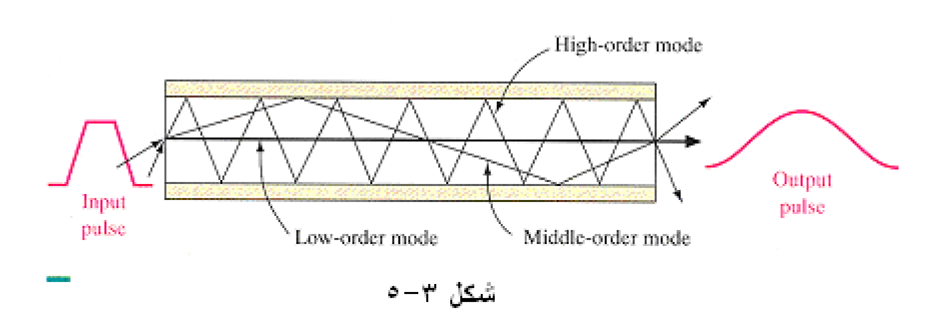
يتم إرسال البيانات بعد تحويلها إلى أشعة ضوئية عن طريق مرورها بالناقل الداخلي ونتيجة لاختلاف معامل الانكسار لكل من القلب والكسوة فإن الشعاع الضوئي لا ينفذ خارج الكيبل بل يحدث له انكسار ويتحرك باتجاه الناقل الداخلي.

ويتم تصنيف الألياف البصرية حسب عدد الأشعة المنكسرة وأسلوب انكسار الأشعة إلى :

أ - الألياف عديدة الأشعة (Multimode Fiber)

في هذا النوع يتم إرسال الإشارة الضوئية في صورة عدد من الأشعة والتي تنعكس من سطح الكسوة عدة انعكاسات حتى تصل إلى نهاية الكيبل. يعد هذا النوع من الكيبلات الأبسط والأسهل في الاستخدام والأرخص ثمناً إلا أن الإشارة تتعرض لتشويه التأخير والتداخلات نظراً للانعكاسات المتعددة

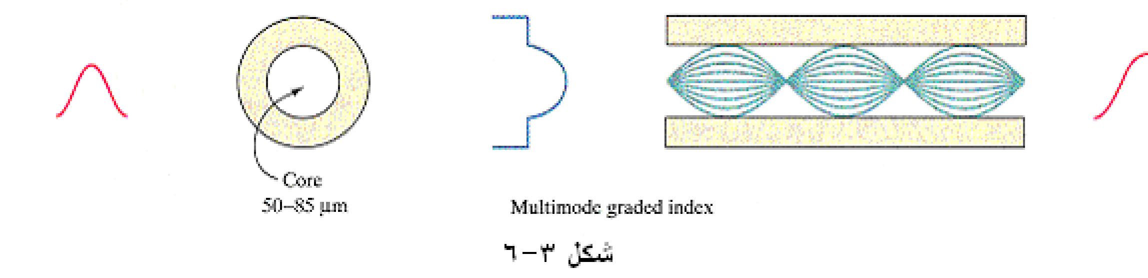
للإشـارة الضـوئية وعـدم وصـول تلـك الأشـعة الضـوئية القادمـة مـن المرسـل إلى المسـتقبل في نفـس الوقت.الشكل (٣- ٥)



شكل ٣-٥

ب- الألياف المتدرجة الانكسار (Multimode Graded-Index Fiber)

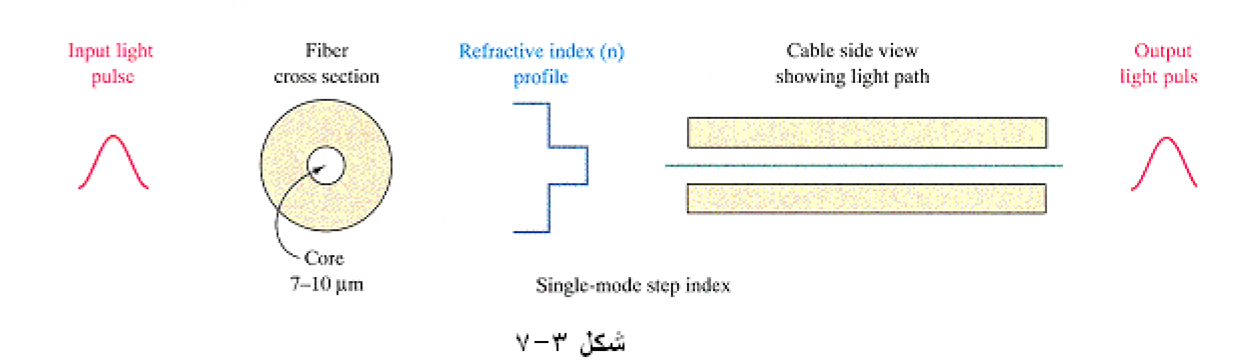
في هـذا النـوع مـن الكيبـلات يـتم إرسـال الإشـارة الضـوئية في صـورة عـدد مـن الأشـعة الـتي تـنعكس تدريجياً نظراً لأن معامل انكسار القلب يتغير تدريجياً لأن كثافته الضوئية تكـون أعلـى مـا يمكـن عند المركـز وأقل ما يمكـن عند الحافة وهذا يؤدي إلى تقليل التأخير الحادث للإشـارة وبالتـالي تقليل تشويه الإشارة.شـكل(٣- ٦)



شكل ٣-٦

ت- الألياف وحيدة الإشعاع (Single Mode Fiber)

في هذا النـوع مـن الكيبـلات يكـون قطـر النـاقل الـداخلي صغيراً جداً ومعامـل انكسـاره يعمـل علـى انتشار الأشعة في الاتجاه الأفقي أي اتجاه مسار الناقل الداخلي. وفي هذه الحالة فإن انتشار الأشعة سوف يجعلـها تصـل إلى مكـان الوصـول بـدون تـأخير يـذكر لـذلك يعـد هـذا النـوع مـن الكيبـلات الأفضـل للاسـتخدام نظـراً لعـدم تعـرض الإشـارة المرسـلة لتشـوه التـأخير لـكنـه غـالي الـثمن فهـو مكلف من الناحية الاقتصادية. الشكل(٣- ٧)



شكل ٣-٧

- أحجام الكيبلات البصرية (Fiber Sizes)

يتم تحديد أو تعريف الألياف البصرية بواسطة النسبة بين قطر الناقل الداخلي إلى قطر الكسوة وكلاهما يتم التعبير عنه بالميكرومتر (ميكرون) . بعض الأحجام الشائعة الاستخدام يمكن بيانها بالجدول التالي.

قطر الكسوة بالميكرون	قطر القلب بالميكرون	نوع الألياف البصرية
125	62.5	62.5/125
125	50	50/125
140	100	100/140
125	8.3	8.3/125

- مميزات كيبلات الألياف البصرية:

- عرض نطاق ترددي هائل يصل إلى ٥ جيجا هرتز .
- سرعة تراسل عالية قد تصل إلى ٢ جيجا بت/ث.
- كمية اضمحلال صغيرة جداً مما يتيح إرسال الإشارات لمسافات بعيدة.
- مناعة عالية ضد الضوضاء والتداخلات.
- خواص عزل كاملة نظراً لعدم تأثر الإشارة الضوئية بالمجالات المغناطيسية أو الشوشرة الكهربية المحيطة بالكابل.
- خفة وزن الكيبل مما يسهل حمله وتركيبه.

- عيوب كيبلات الألياف البصرية:

- كابلات الألياف البصرية غالية الثمن خاصة إذا أضفنا إليها تكلفة نظم الاتصال الضوئية.

- عمليات التركيب والصيانة واللحام تحتاج إلى مهارة وعناية وخبرة فائقة.
- الألياف البصرية الزجاجية سهلة الكسر إذا تم تناولها بعدم الحرص والعناية اللازمين إذ أي انحناء في الكيبل الممتد يعرض الإشارة الضوئية لبعض التشتت والفقد.

- **تطبيقات كيبلات الألياف البصرية:**
- الاتصالات الهاتفية بعيدة المدى.
- الاتصالات الخارجية في العواصم والمدن الكبرى.
- تراسل البيانات ذات السرعات العالية جدا.
- العمود الفقري للشبكات حيث سرعة التراسل الهائلة.
- الشبكات المحلية LAN
- التطبيقات العسكرية.

٣- ٣ وسائط التراسل غير الموجهه (اللاسلكية) (Unguided Media)

تعتمد قنوات التراسل غير الموجهة (اللاسلكية) على إرسال البيانات من خلال انتشارها كموجة كهرومغناطيسية في الفراغ المحيط بهوائي جهاز الإرسال إلى أن تصل الإشارة إلى نقطة الاستقبال حيث يلتقطها هوائي جهاز الاستقبال. و تتميز نظم تراسل الموجات الكهرومغناطيسية بإمكانية استخدام نطاق ترددي كبير جداً يمتد إلى ٣٠٠ جيجا هرتز مما يمكن للإشارة الكهرومغناطيسية أن تنتشر في كافة الاتجاهات أو في اتجاه واحد اعتماداً على تردد الإشارة المرسلة ونوع الهوائي المستخدم.

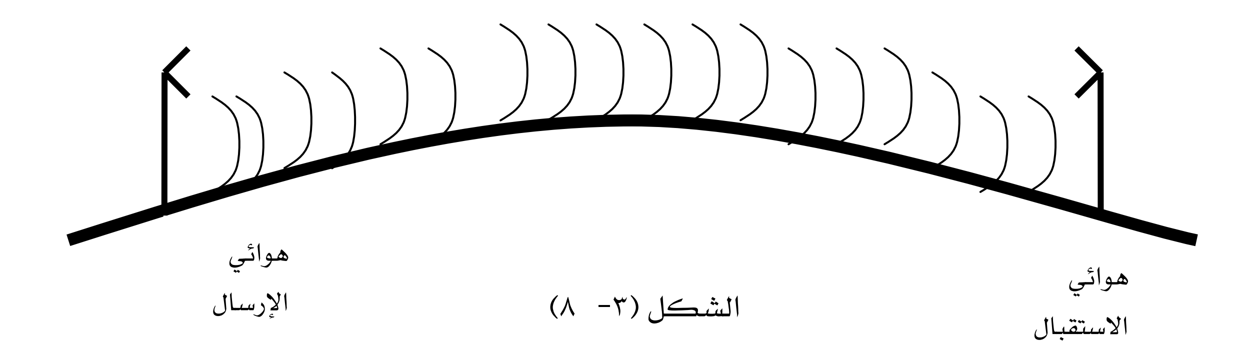
مثال:

- البث الإذاعي والتلفزيوني: يستخدم هوائي كافة الاتجاهات(Omnidirectional Antenna)
- الهاتف اللاسلكي – الجوال – خدمات الاتصالات الشخصية: يستخدم هوائي وحيد الاتجاه (Unidirectional Antenna).

يمكن تصنيف قنوات التراسل اللاسلكية حسب تردد الموجة المرسلة وأسلوب انتشار هذه الموجة كما يلي:

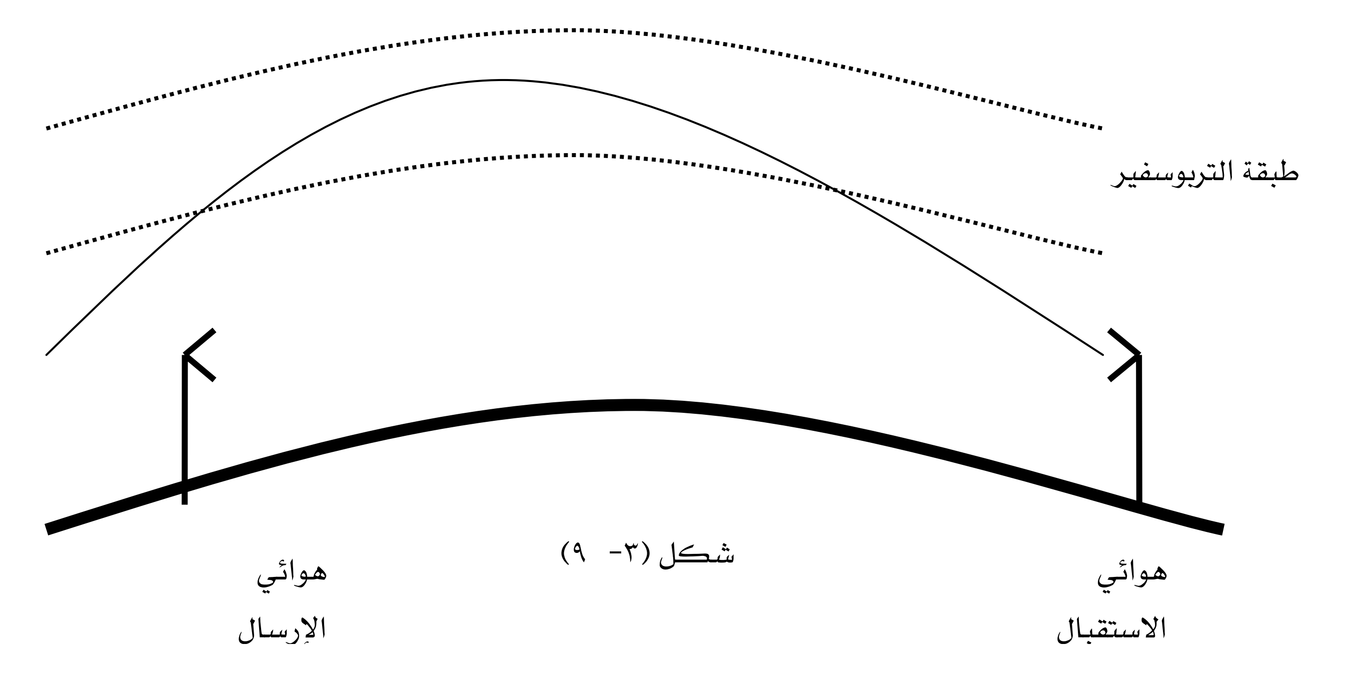
٣- ٣- ١ أسلوب انتشار الموجات الكهرومغناطيسية **(Propagation Mode)** ويشمل:

أ- الانتشار السطحي (Surface Propagation) حيث تنتشر الموجة المرسلة قريباً من سطح الأرض. شكل (٣- ٨)



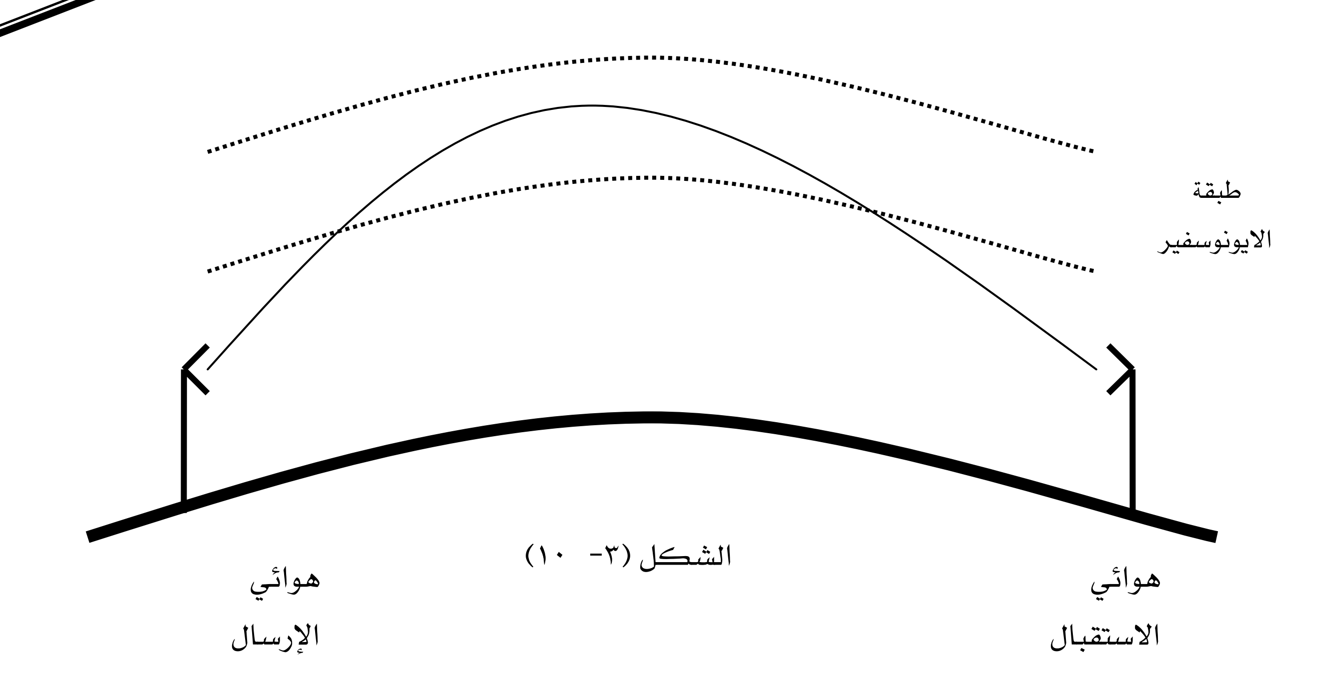
الشكل (٣- ٨)

ب- الانعكاس من طبقة التربوسفير (Troposphere) حيث تتم الاستفادة من خاصية الانعكاس من طبقة التربوسفير التي تمتد إلى ٥٠ ك. متر فوق سطح الأرض في انتشار وتراسل الموجات الكهرومغناطيسية إلى مسافات بعيدة. الشكل (٣- ٩)



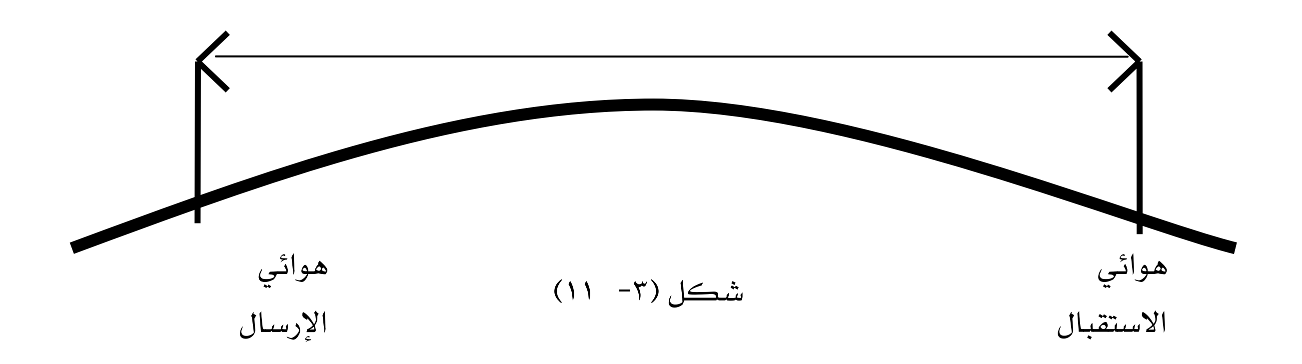
شكل (٣- ٩)

ت - الانعكاس من طبقة الأيونوسفير (Ionosphere) حيث تتم الاستفادة من خاصية الانعكاس من طبقة الأيونوسفير التي تمتد إلى ٩٠ ك. متر فوق سطح الأرض في انتشار وتراسل الموجة الكهرومغناطيسية إلى مسافات بعيدة وهي الطبقة التي تلي طبقة التربوسفير. الشكل (٣- ١٠)



الشكل (٣- ١٠)

ث - الانتشار عبر مدى أوخط البصر(Line of Sight) حيث تنتشر الموجات الكهرومغناطيسية في خطوط مستقيمة والتي يمكن التقاطها لمسافات مدى البصر والتي تقارب ١٠٠ ك. متر حيث يمنع انحناء سطح الأرض بعد ذلك من التقاط هذه الإشارات. الشكل (٣- ١١)



شكل (٣- ١١)

٣- ٣- ٢ تصنيف قنوات التراسل اللاسلكية حسب الترددات المستخدمة

نظراً لتنوع التطبيقات التي تحتاج إلى التراسل عن بعد من تلفاز ية إلى صوتية أو بث إذاعي أو إرسال المستندات أو البيانات أو إشارات التحكم فقد تم تقسيم وتنظيم نطاق الترددات بين التطبيقات المختلفة بهدف منع التضارب والتداخل بين إشارات التطبيقات المختلفة واختيار قناة التراسل المناسبة. والجدول التالي يبين قنوات الترددات المستخدمة لأنواع مختلفة من التطبيقات ومسمياتها وأساليب الانتشار الموجي وقنوات التراسل.

التطبيقات	أسلوب الانتشار للموجة	نطاق التردد	مسمى التردد
الهاتف	موجهة	$\leq$ 3 K Hz	تردد منخفض جداً جداً(ELF)
هاتف – بيانات	سطحي	3 – 30 K Hz	تردد منخفض جدا (VLF)
هاتف – بيانات – كيبلات بحرية	سطحي	30 – 300 K Hz	تردد منخفض (LF)
إرسال إذاعي للموجة المتوسطة	تربوسفير	300–3000 K Hz	تردد متوسط (MF)
إرسال إذاعي للموجة القصيرة	أيونوسفير	3 – 30 M Hz	تردد عالٍ(HF)
تلفزيون- تعديل ترددي- تراسل بيانات عالية السرعة	خط البصر	30 – 300 M Hz	تردد عالٍ جداً (VHF)
تلفزيون- شبكات ميكروويف- جوال	خط البصر (أرضي)	300–3000 M Hz	تردد عالٍ جدًا (UHF)
هاتف- تلفاز - بيانات- أقمار صناعية	خط البصر (فراغي)	3- 30 G Hz	تردد عالٍ أعلى (EHF)
تراسل بيانات عالية السرعة- أبحاث عسكرية	خط البصر	30- 300 G Hz	تردد بالغ الشدة في العلو
تطبيقات الموجات تحت الحمراء	خط البصر	300- 3000 G Hz	
تطبيقات الموجات تحت الحمراء	خط البصر	3- 30 T Hz	
ألياف وتراسل بيانات	موجهة	30- 300 T Hz	
ألياف وتراسل بيانات	موجهة	300- 3000 T Hz	
أشعة إكس وأشعة جاما	موجهة	$3x10^{18}$- $3x10^{23}$Hz	

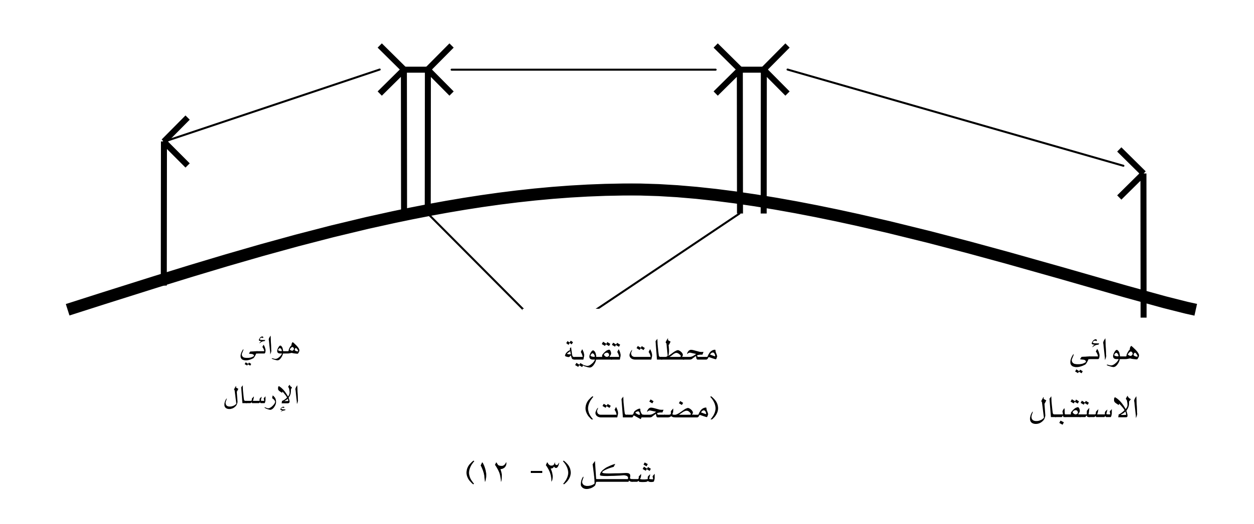
قنوات التراسل اللاسلكية وتشمل:

أ- قنوات تراسل الميكروويف (**Microwaves**)

في تقنية الميكروويف والتي تكون تردداتها بين ١ جيجا إلى ٢٠ جيجا هرتز، يتم الإرسال عن طريق الهوائي الطبقي حيث يتم تركيز الأشعة لتوفير أسلوب التراسل ذي المدى البصري كما يمكن تقسيم المسافة بين المرسل والمستقبل بحيث توجد محطات تقوية لاستقبال وإرسال الإشارة مرة أخرى بعد تقويتها . تتميز قنوات تراسل الميكروويف بعرض نطاق ترددي كبير مما يتيح إرسال عدد كبير من القنوات الهاتفية والتلفزيونية والتراسل بسرعات عالية بالإضافة إلى سهولة تركيب الهوائيات وصيانتها ولكن يعتبر تأثر قنوات الميكروويف بالشوشرة والتداخل من موجات أخرى من أوجه القصور لقنوات الميكروويف. الشكل(٣- ١٢)

ومن أهم تطبيقات نظم الميكروويف:

- نظم الاتصالات الهاتفية بعيدة المدى.
- الإرسال الإذاعي والتلفزيوني.
- تراسل البيانات ذات السرعات العالية لمسافات بعيدة.
- قنوات الاتصال بين الشبكات المحلية اللاسلكية.
- تراسل البيانات الرقمية في المناطق المحدودة المساحة.



شكل (٣- ١٢)

ب- الأقمار الصناعية (Satellite)

يمكن اعتبار القمر الصناعي كأنه مكرر أو مضخم ميكروويف حيث يستقبل الإشارة ثم يقوم بتكبيرها ثم يعيد إرسالها إلى المحطة الأرضية أو عدة محطات أخرى. ولمنع حدوث تداخل بين إشارات المحطات الأرضية والأقمار الصناعية فإنه يستخدم ترددين مختلفين أحدهما للإرسال من المحطة الأرضية للقمر الصناعي ويسمى التردد الصاعد(up link) والتردد الآخر للإرسال من القمر الصناعي للمحطة الأرضية ويسمى التردد النازل (down link). توجد ثلاثة نطاقات ترددية شائعة الاستخدام هي:

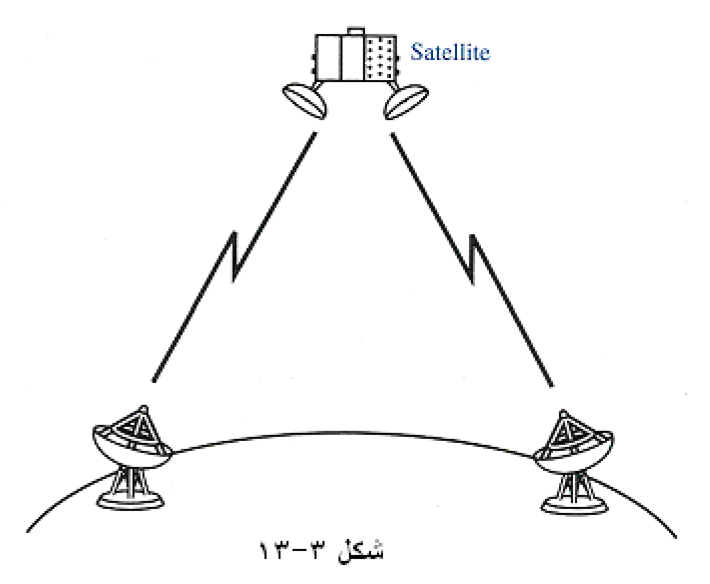
التردد الصاعد Uplink	التردد النازل Downlink	اسم النطاق الترددي
5.925 to 6.425 Ghz	3.7 to 4.2 Ghz	C
14 to 14.5 Ghz	11.7 to 12.2 Ghz	Ku
27.5 to 31 Ghz	17.7 to 21 Ghz	Ka

نظراً للترددات العالية التي تعمل عندها الأقمار الصناعية (من ١ إلى ٣٠ جيجا هرتز) وأيضاً نظراً للنطاق الترددي العريض (٥٠٠ ميجا هرتز) الذي يتمتع به الإرسال بواسطة الأقمار الصناعية فإن هذا يتيح تراسل عدد كبير من القنوات الهاتفية والتلفزيونية وتراسل البيانات بسرعات عالية كما إن التراسل بواسطة الأقمار الصناعية له ميزة البث الإذاعي حيث يمكن الإرسال من محطة معينة واحدة واستقبال الإشارة لدى عدد كبير من محطات الاستقبال كما يحدث بالنسبة للمؤتمرات والدورات الأوليمبية وكأس العالم كما يمكن للإرسال بواسطة الأقمار الصناعية وصول الإشارات إلى المناطق الوعرة التضاريس والتي يصعب فيها وضع خطوط أرضية ثابتة عليها. الشكل(٣- ١٣)

لكن يعيب الإرسال بواسطة الأقمار الصناعية التأخر الملحوظ في استقبال الإشارة نظراً للمسافة البعيدة بين الأرض والقمر الصناعي ذهاباً وإياباً وهو ما يلاحظ أثناء المكالمات الهاتفية التي ترسل عبر الأقمار الصناعية. أيضاً يتأثر استقبال الإشارات المرسلة عبر الأقمار الصناعية بالشوشرة والتداخل بين الموجات المنتشرة في محيط هوائي كل من المرسل والمستقبل كما تتأثر الإشارات المرسلة أيضاً بالعوامل الطبيعية كالمطر والضباب والصواعق والبرق. ومن أهم تطبيقات التراسل بواسطة الأقمار الصناعية ما يلي:

- البث الإذاعي والتلفزيوني.
- الاتصالات الهاتفية بعيدة المدى.
- تراسل البيانات ذات السرعات العالية.

- شبكات رجال الأعمال الخاصة.
- الربط بين الشبكات المختلفة.



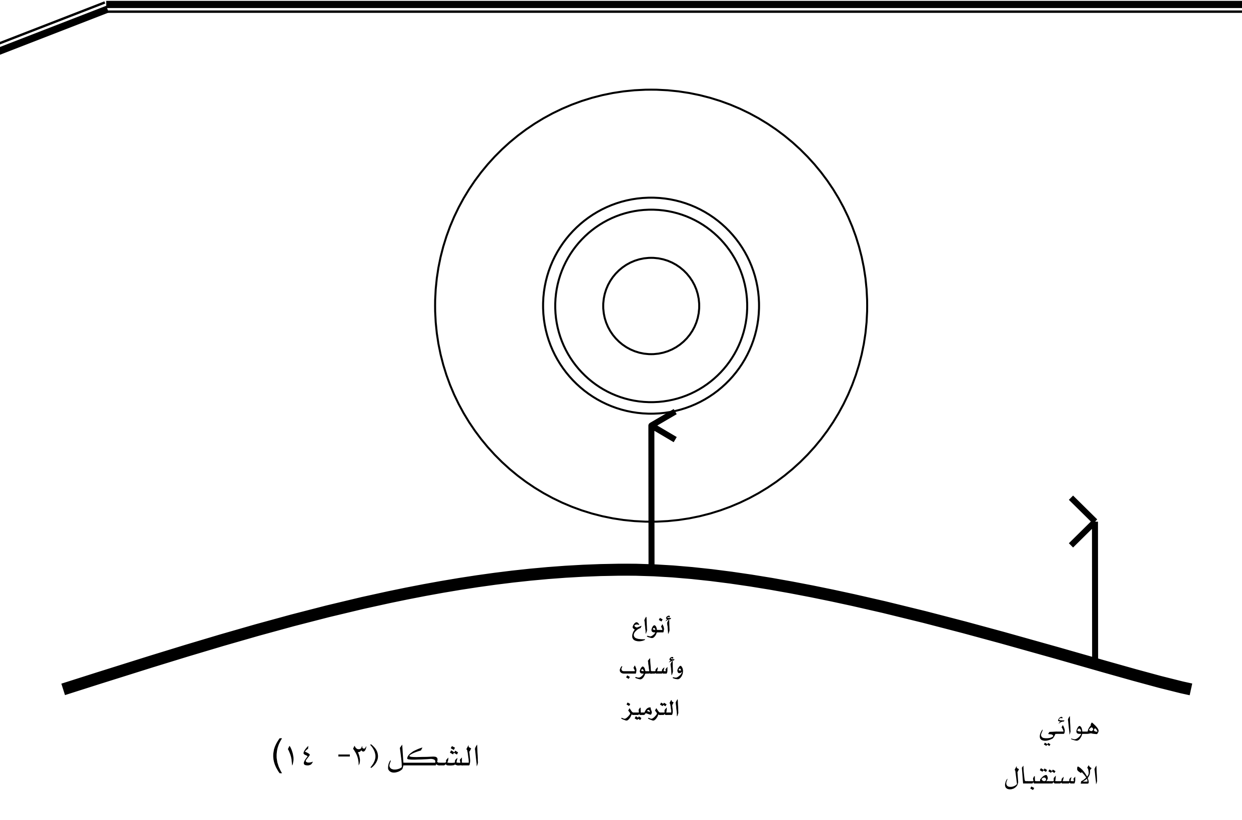
شكل ٣-١٣

ت- البث الراديوي (**Radio Broadcast**)

يستخدم البث الراديوي لنشر الموجات الكهرومغناطيسية لمسافات بعيدة بالإضافة إلى الأماكن التي بها عوائق تحول دون استخدام نظم وقنوات التوصيل الثابتة.ويتم البث الراديوي باستخدام هوائيات جميع الاتجاهات (omnidirectional antennas) توضع على أبراج أو مبانٍ عالية لكي يتم انتشار الموجات الراديوية في كافة الاتجاهات ولمسافات بعيدة لتغطي نطاقات ترددية عريضة منها نطاق البث الإذاعي والتردد العالي(HF) والعالي جداً(VHF) وجزء من التردد الأعلى(UHF). الشكل(٣- ١٤)
ومن أهم تطبيقات البث الراديوي ما يلي:

- البث الإذاعي للموجة المتوسطة (M) المعدلة سعوياً (AM) ذات النطاق من ٥٠٠ ك. هرتز إلى ١٦٠٠ ك. هرتز.
- البث الإذاعي للموجة القصيرة (SW) المعدلة سعوياً (AM) ذات النطاق من ٣ ميجا هرتز إلى ٣٠ ميجا هرتز.
- البث الإذاعي للموجة المعدلة ترددياً(FM) ذات النطاق من ٨٨ ميجا هرتز إلى ١٠٨ ميجا هرتز.
- البث التلفاز ي ذو النطاق من ١٠ ميجا هرتز إلى ١٠٠ ميجا هرتز.
- نصوص البيانات والمعلومات التي تبث كشريط مع القنوات التلفاز ية.
- النداء الآلي والتلكس.
- هاتف السيارة.
- تراسل البيانات.



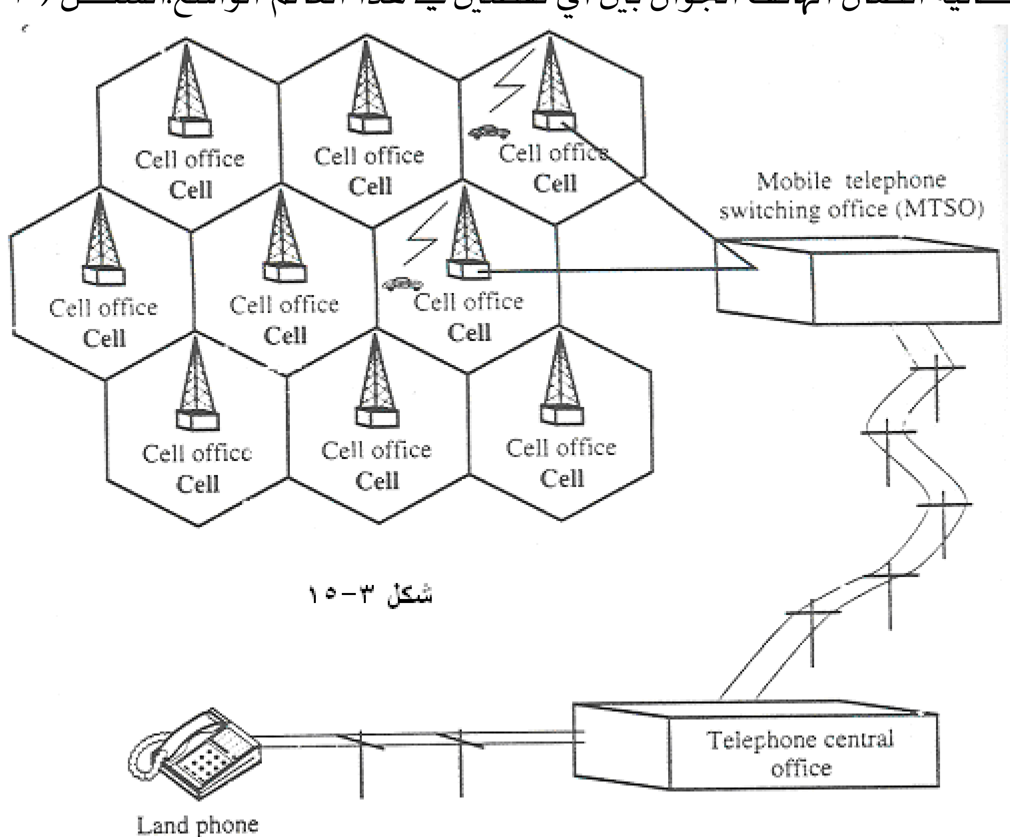


الشكل (٣- ١٤)

ث- الهاتف الخلوي (Cellular Telephony)

الهاتف الخلوي صمم خصيصاً لتوفير الاتصال بين وحدتين متحركتين أو بين وحدة متحركة ووحدة ثابتة حيث يستخدم الفراغ لربط الهاتف الجوال (mobile station) بمحطة القاعدة (base station) داخل مساحة جغرافية محددة تسمى الخلية cell وتقوم وحدة التحكم المركزي للهاتف الجوال (mobile telephone switching center) بالتنسيق بين محطات القاعدة المختلفة لإتمام الاتصال في حالة تجول الهاتف الجوال داخل خليته أو بالخلايا الأخرى التي تختلف في مساحاتها حسب كثافة المشتركين مستخدمي الهاتف الجوال، كما ترتبط هذه الوحدة بالشبكة الهاتفية الثابتة لإتمام الاتصال بين الهاتف الجوال والهاتف الثابت. وتختلف أنواع الهاتف الخلوي بين النوع التماثلي والنوع الرقمي ومن حيث الترددات بين ٩٠٠- و١٨٠٠- و١٩٠٠ ميجا هرتز و ٢,٣ جيجا هرتز.

اتصالات الهاتف الخلوي بدأت أيضاً تتكامل مع اتصالات الأقمار الصناعية بحيث جعل هذا التكامل إمكانية اتصال الهاتف الجوال بين أي نقطتين في هذا العالم الواسع.الشكل (٣- ١٥)



شكل ٣-١٥

ج- الشبكات المحلية اللاسلكية (Wireless LANs)

يستخدم الفراغ لربط جميع وحدات الشبكة عن طريق استخدام هوائيات جميع الاتجاهات لإتمام عمليات الإرسال والاستقبال مع توفير سرعة تراسل عالية بين وحدات الشبكة الموضوعة في أماكن مختلفة. وفي النظام الأوروبي لهذه الشبكات يستخدم النطاق الترددي من ٥,١٥ – ٥,٣٠ جيجا هرتز وسرعة تراسل ٢٠ ميجا بت/ث. أما النظام الأمريكي لهذه الشبكات فيستخدم النطاق الترددي من ٥,١٥ – ٥,٣٥ جيجا هرتز والنطاق الترددي من ٥,٧٢٥ – ٥,٨٢٥ جيجا هرتز وسرعة تراسل ٢٠ ميجا بت/ث.

ح- قنوات الأشعة تحت الحمراء (Infrared Links)

يستخدم للتراسل خلال هذه القنوات أسلوب البث بطريقة مدى البصر لكن لمسافات قصيرة جداً ومن خصائصها الارتداد من الحوائط وعدم التغلغل داخلها لذلك لا توجد مشاكل للحماية والسرية أو التداخلات نظراً لأنها إشارات ضوئية وتعمل في النطاق ٣×١٠^{١١} - ٣×١٠^{١٣} هرتز.

ومن أهم تطبيقات استخدام الأشعة تحت الحمراء ما يلي:

- وحدات التحكم عن بعد أو الريموت كنترول.
- وحدات الاتصالات اللاسلكية مثال ذلك لوحات المفاتيح- والميكروفون- وجوستيك الألعاب الإلكترونية- والحاسب المحمول وهي تعمل عند سرعة تراسل ٧٥ ك. بت/ث ومسافة تصل إلى ٨ أمتار وهناك معيار آخر يعمل عند سرعة تراسل من ١١٥ ك. بت/ث- ٢ ميجا بت/ث ولمسافة حتى ١ متر مثال ذلك توصيل الحاسب المحمول بالطابعة.
- الأبواب الإلكترونية.

أسئلة الوحدة الثالثة

أجب عن الأسئلة الآتية :

س١ : ما الفرق بين وسائط التراسل الموجهة ووسائط التراسل غير الموجهة ؟

س٢ : ما الميزة الرئيسة للأسلاك المزدوجة المحمية عن الأسلاك المزدوجة غير الموجهة ؟

س٣ : لماذا يفضل استخدام الكيبلات المحورية عن الأسلاك المزدوجة المجدولة ؟

س٤ : ماذا يحدث للشعاع الضوئي عند عبوره لوسط ذي كثافة ضوئية عالية؟

س٥ : ما طبقات الأتوموسفير ؟وما أنواع التراسل المستخدمة في كل طبقة؟

س٦ : حدد الصواب والخطأ لكل مما يلي:

- هناك تأخر لكن غير ملحوظ عند تراسل المكالمات الهاتفية عبر الأقمار الصناعية.
- لا يمكن التنصت أو التحسس للإشارة المرسلة عبر كيبلات الألياف البصرية.
- الكيبلات المحورية من مواصفات RG-8 تم تصنيعها خصيصاً للربط التلفاز ي.
- يبلغ عرض النطاق الترددي للقناة الهاتفية ٤٥٠٠ هرتز بينما يبلغ عرض النطاق الترددي للقناة التلفاز ية ٦ ميجا هرتز.
- عند النهاية الدنيا للطيف الكهرومغناطيسي يوجد النطاق الترددي للقدرة الكهربية والمحادثات.

س٦:اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المتعددة.

أ- إشارات الدخان كمثال للتراسل خلال ....
- الوسائط الموجهة.
- الوسائط العاكسة.
- الوسائط غير الموجهة.
- الوسائط المائية.

ب- أي من النظم التالية يستخدم الوسائط الموجهة؟.
- نظم الهاتف الجوال.
- نظم الهواتف الثابتة.
- اتصالات الأقمار الصناعية.
- نظم البث الإذاعي.

ت- ما العامل الأساسي الذي يجعل الكيبلات المحورية أقل عرضة للضوضاء؟.
- الموصل الداخلي.
- قطر الكيبل.
- الموصل الخارجي.
- المادة العازلة.

ث- الرقم المتعلق بالـ RG يعطينا كل المعلومات عن ....
- الأسلاك المزدوجة المجدولة.
- الكيبلات المحورية.
- الألياف البصرية.
- كل ما سبق.

ج- في كيبلات الألياف البصرية، القلب أو الناقل الداخلي ...... الكسوة.
- أكثر كثافة من.

- أقل كثافة من.
- له نفس الكثافة مثل.
- لا توجد إجابة صحيحة.

ح- في كيبلات الألياف البصرية، بخلاف الأسلاك، مقاومتها عالية لـ....

- تراسل الترددات العالية.
- تراسل الترددات المنخفضة.
- التأثيرات والتداخلات الكهرومغناطيسية.
- الانكسار.

خ- في الهاتف الخلوي، المساحة الجغرافية يتم تقسيمها إلى مناطق خدمة صغيرة تسمى.

- خلايا.
- مكاتب للخدمة.
- مقاسم.
- محطات تقوية.

س٧: إذا كان ضوء الشمس يستغرق تقريباً ٨ دقائق لكي يصل إلى الأرض. ما مقدار المسافة بين الأرض والشمس؟

اتصالات البيانات والشبكات

طرق ترميز الإشارات (Data Encoding)

الوحدة الرابعة: طرق ترميز الإشارات (Data Encoding)

الجدارة:

التعرف علي الطرق المختلفة للترميز وخصائصها ومميزاتها وعيوبها.

الأهداف:

عندما تكتمل هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً بإذن اللّه على:

- التعرف على الأنواع المختلفة للترميز.
- التعرف على خصائص ومميزات وعيوب كل نوع من أنواع الترميز.
- الاختيار الصحيح لنوع الترميز المستخدم.
- التعرف على طرق التعديل متعددة المستويات والغرض منها.

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدرب على محتويات هذه الوحدة: ٣ساعات.

الوسائل المساعدة:

تنفيذ التدريبات العملية في المعمل.

متطلبات الجدارة:

اجتياز جميع المقررات السابقة.

٤- ١ مقدمة

ذكرنا فيما سبق أن البيانات قد تكون بيانات تماثلية مثل الأصوات أو الصور أو الرسوم أو درجة الحرارة و غير ذلك أو قد تكون بيانات رقمية مثل الرموز أو الحروف أو الأرقام وغير ذلك وعند إرسال هذه البيانات عبر وسائط التراسل لابد أن يكون وسط التراسل ملائما للشيء المراد إرساله لذلك لابد من تحويل هذه البيانات إلي إشارات كهربية أو كهرومغناطيسية أو ضوئية حسب نوع وسط التراسل المستخدم.

ويمكن علي سبيل المثال أيضاً تكون الإشارات الكهربية التي تمثل هذه البيانات إشارات رقمية كتلك الإشارات الصادرة عن الأجهزة الرقمية والحاسبات الآلية أو تكون إشارات تماثلية كتلك الإشارات الصادرة عن أجهزة الهاتف أو إشارة التيار الكهربي في المنازل ويطلق علي عملية تحويل البيانات إلى إشارات كهربية بترميز البيانات (Data Coding) كما يطلق على الجهاز المستخدم في عملية الترميز مسمى المرمز(Coder) والجهاز المستخدم في العملية العكسية للترميز مسمى عاكس الترميز أو المحلل(Decoder) وعادة ما يدمج كل من جهاز الترميز وجهاز عاكس الترميز في جهاز واحد ليقوم بالعمليتين معاً ويسمى الجهاز في هذه الحالة باسم كودك Codec.

٤- ٢ترميز البيانات الرقمية (Encoding of Digital Data)

يتم ترميز البيانات الرقمية بإشارات رقمية للاستفادة من مزايا التراسل الرقمي التي من أهمها تحسين الأداء والمناعة ضد الضوضاء وحسن تصميم واستخدام الدوائر الرقمية للتراسل، إلا أن الإشارات الرقمية نفسها تتفاوت بين بعضها البعض في خصائصها وطريقة توليدها وعلى ذلك فإنه عند اختيار طريقة الترميز لابد من الأخذ في الاعتبار العوامل التالية:

أ. **جهد تراسل الإشارة ومركبة التيار المستمر**

مركبة التيار المستمر تسبب مشكلة في عملية التراسل لأنها لا تمثل أي معلومات مرسلة وبالتالي فهي تمثل قدرة مفقودة لا يستفاد منها لذلك لابد أن تكون قيمة مركبة التيار المستمر للإشارة المرمزة في طريقة الترميز المستخدمة أقل ما يمكن.

ب- **التزامن وسهولة استخلاص نبضات التزامن**

لابد من سهولة تتبع التغيرات المتواصلة التي تحدث بين مستويات الإشارة الرقمية من قبل جهاز الاستقبال من مستوى عالي الجهد إلى مستوى منخفض الجهد وأيضا لابد من تحديد بداية ونهاية زمن الإشارة الرقمية وهو ما يطلق عليه تزامن النبضات الرقمية حتى يتم التوافق أو التزامن بين المرسل والمستقبل حتى لا تحدث أي مشاكل عند استقبال الإشارة الرقمية.

ت- النطاق الترددي للتراسل

تختلف الإشارات الرقمية في مقدار عرض النطاق الترددي لإرسال تلك الإشارات خلال قنوات التراسل من ترددات منخفضة جداً قد تبلغ الصفر (تيار مستمر) إلى ترددات عالية أو عالية جداً وهذا يعتمد على نوع الترميز المستخدم.

ث- سهولة الكشف عن النبضات المرمزة وحلها

لابد عند اختيار نوع الترميز المستخدم أن يراعي سهولة الكشف عن النبضات المرمزة عند المستقبل وحلها إلى الصورة التي كانت عليها قبل عملية الترميز (أي صورة البيانات).

ج- الكشف عن الأخطاء

لابد عند تصميم طريقة الترميز المستخدم أن تراعي إمكانية اكتشاف الأخطاء التي قد تحدث للإشارة الرقمية أثناء تراسلها خلال قناة التراسل نتيجة تعرضها للشوشرة أو معوقات التراسل (مثال تحول النبضة الثنائية 1 إلى النبضة الثنائية 0 أو تحول النبضة الثنائية 0 إلى النبضة الثنائية 1).

سنستعرض فيما يلي أنواع وأسلوب الترميز ومزايا وعيوب كل منها.

أنواع وأسلوب الترميز

تماثلي الى تماثلي | رقمي الى تماثلي | تماثلي الى رقمي | رقمي الى رقمي

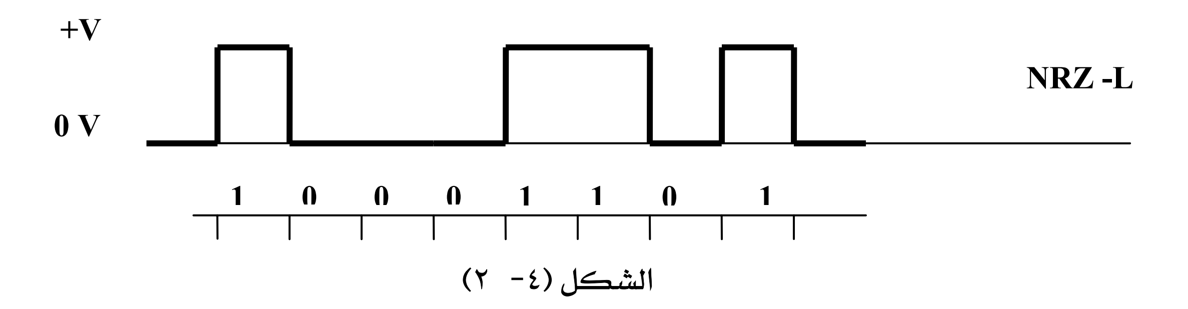
الشكل (٤- ١)

٤- ٢- ١ الترميز أحادي القطبية دون الرجوع إلى الصفر (Unipolar NRZ)

يعد هذا النوع من الأنواع الشائعة الاستخدام نظراً لبساطته وكون نبضاته الرقمية الثنائية مكونة من مستويين فقط أحدهما جهد عالي القيمة (High) والآخر جهد صفر القيمة (Low). يمكن تقسيم هذا النوع من الترميز إلى الأنواع التالية:

أ- **الترميز دون الرجوع إلى الصفر – المستوى** NRZ – Level :

يعد هذا النوع من الأنواع الشائعة الاستخدام خاصة في النظم الرقمية المنطقية حيث يكون المطلوب مستويين للجهد لتمثيل النبضات الرقمية الثنائية ، أحدهما لتمثيل الرقم الثنائي 1 والآخر لتمثيل الرقم الثنائي 0.



الشكل (٤- ٢)

أسلوب الترميز (Encoding)

- الرقم الثنائي 1 : يتم تمثيله بنبضة موجبة ارتفاعها يساوي +V خلال الفترة الزمنية للنبضة T_b.

- الرقم الثنائي 0 : يتم تمثيله بنبضة منخفضة ارتفاعها يساوي 0 V خلال الفترة الزمنية للنبضة T_b.

المميزات:

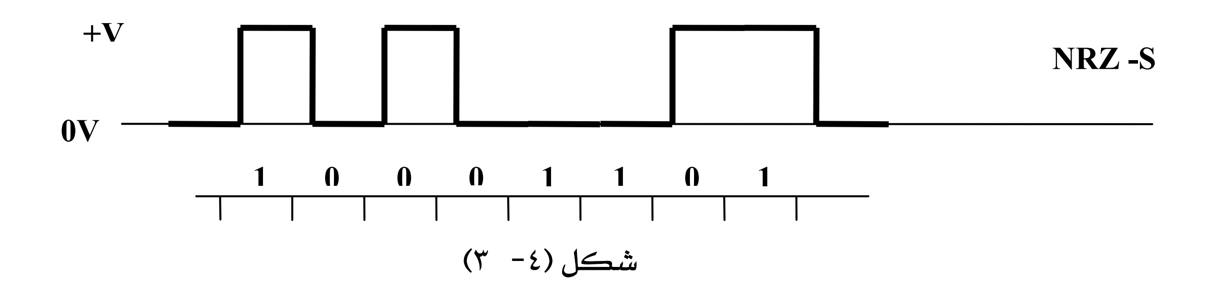
- يعد هذا النوع من الترميز بسيطا جداً وسهل التكوين.
- يعد النطاق الترددي المطلوب لإرسال هذه النبضات المرمزة متوسطاً من حيث المقدار.

العيوب:

- نظراً لأن هذا النوع من الترميز أحادي القطبية فإن مركبة التيار المستمر تكون عالية جداً.
- يعد هذا النوع من الترميز غير مناسب من حيث التزامن وذلك في حالة إرسال سلسلة متعاقبة من الـ 1,s أو سلسلة متعاقبة من الـ 0,s.
- يحتاج هذا النوع من الترميز إلى قناة تراسل منفصلة لإرسال نبضات التزامن.
-

ب- الترميز دون الرجوع للصفر – فراغ (NRZ – Space)

تم استخدام هذا النوع من الترميز لحل مشاكل التزامن في بعض الأحوال فقط وليس في كل أحوال التراسل.



شكل (٤- ٣)

أسلوب الترميز (Encoding)

- الرقم الثنائي 1 : يتم تمثيله بنبضة مشابهة تماماً للنبضة السابقة أي إنه إذا كانت النبضة السابقة ممثلة بـ 0V فإن الرقم الثنائي 1 يتم تمثيله بنبضة ممثلة بـ 0V أيضا خلال الفترة الزمنية للنبضة T_b والعكس صحيح.
- الرقم الثنائي 0 : يتم تمثيله بنبضة معاكسة تماماً للنبضة السابقة أي إنه إذا كانت النبضة السابقة ممثلة بـ 0V فإن الرقم الثنائي 0 يتم تمثيله بنبضة ممثلة بـ V+ خلال الفترة الزمنية للنبضة T_b والعكس صحيح.

المميزات:

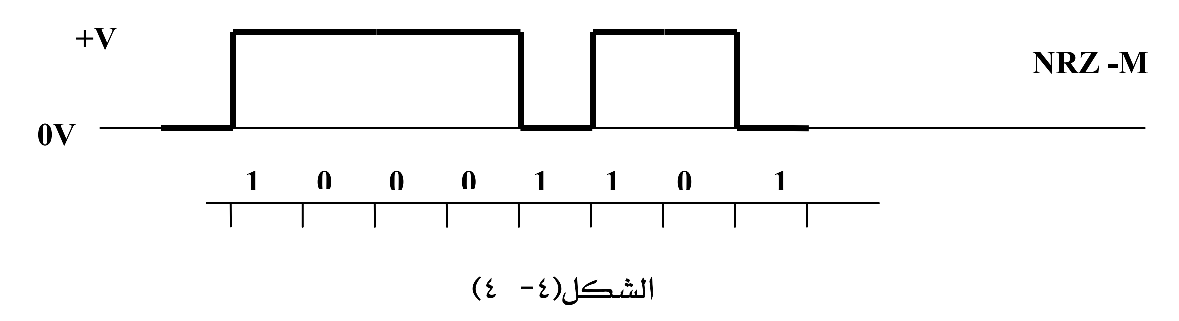
- يعد هذا النوع من الترميز بسيطاً جداً وسهل التكوين.
- يعد النطاق الترددي المطلوب لإرسال هذه النبضات المرمزة متوسطاً من حيث المقدار.

العيوب:

- نظراً لأن هذا النوع من الترميز أحادي القطبية فإن مركبة التيار المستمر تكون عالية جداً.
- يعد هذا النوع من الترميز غير مناسب من حيث التزامن في حالة إرسال سلسلة متعاقبة من الـ 1,s.
- يحتاج هذا النوع من الترميز إلى قناة تراسل منفصلة لإرسال نبضات التزامن.

ت- الترميز دون الرجوع للصفر – علامة (NRZ – Mark)

هذا النوع من الترميز يسمى في بعض الأحيان بالترميز المعكوس حيث تعتمد حالة النبضة الحالية المراد تمثيلها على حالة النبضة السابقة التي تم تمثيلها فعلاً.



الشكل(٤- ٤)

أسلوب الترميز:

- الرقم الثنائي 1 : يتم تمثيله بنبضة معاكسة تماماً للنبضة السابقة أي إنه إذا كانت النبضة السابقة ممثلة بـ 0V فإن الرقم الثنائي 1 يتم تمثيله بنبضة ممثلة بـ +V والعكس صحيح وذلك خلال الفترة الزمنية للنبضة T_b.
- الرقم الثنائي 0 : يتم تمثيله بنبضة مشابهة تماماً للنبضة السابقة أي إنه إذا كانت النبضة السابقة ممثلة بـ +V فإن الرقم الثنائي 0 يتم تمثيله بنبضة ممثلة بـ +V خلال الفترة الزمنية للنبضة T_b.

المميزات :

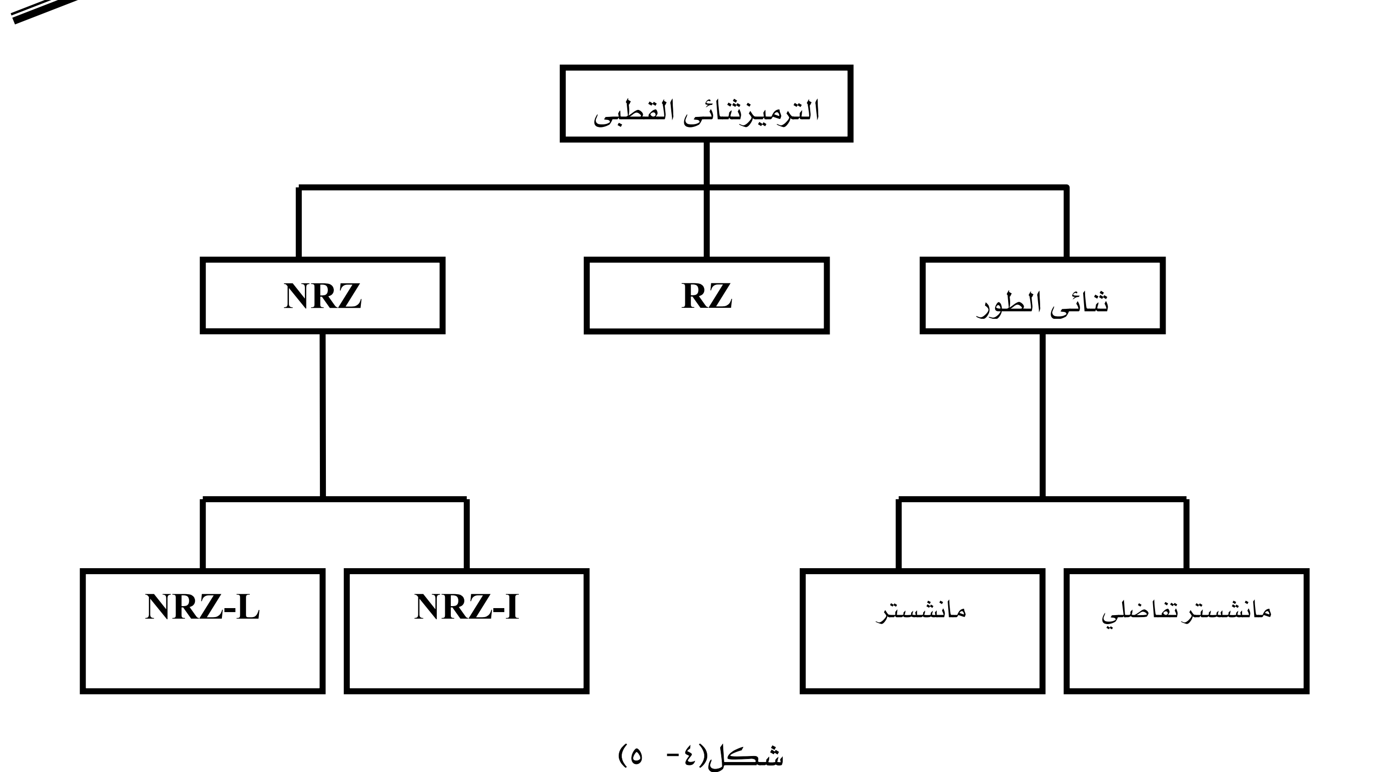
- يعد هذا النوع من الترميز بسيطاً جداً وسهل التكوين.
- يعد النطاق الترددي المطلوب لإرسال هذه النبضات المرمزة متوسطاً من حيث المقدار.

العيوب:

- نظراً لأن هذا النوع من الترميز أحادي القطبية فإن مركبة التيار المستمر تكون عالية جداً.
- يعد هذا النوع من الترميز غير مناسب من حيث التزامن في حالة إرسال سلسلة متعاقبة من الـ 0,s.
- يحتاج هذا النوع من الترميز إلي قناة تراسل منفصلة لإرسال نبضات التزامن.
-

٤- ٢- ٢ الترميز ثنائي القطبية (Polar Encoding)

يستخدم في هذا النوع من الترميز مستويان من الجهد أحدهما ذو جهد موجب +V والآخر ذو جهد سالب -V. ويمكن تقسيم هذا النوع من الترميز إلى عدة أنواع كما هو مبين في الشكل (٤- ٥).



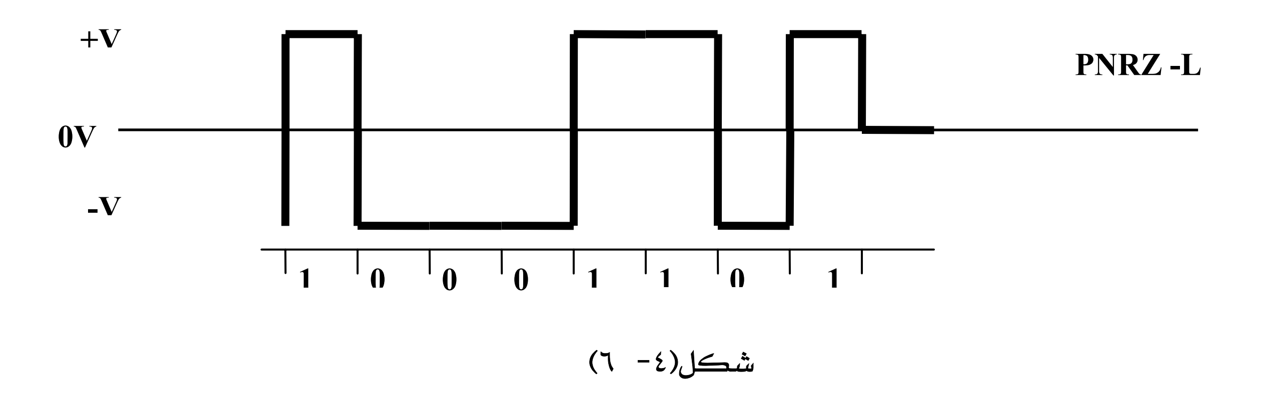
شكل(٤- ٥)

٤- ٢- ٢- ١ الترميز ثنائي القطبية دون الرجوع للصفر (PNRZ)

هذا النوع من الترميز يتكون من نوعين فرعيين هما:

أ- الترميز ثنائي القطبية دون الرجوع للصفر – مستوى(PNRZ – Level)

في هذا النوع من الترميز تستخدم نبضات موجبة الجهد ونبضات سالبة الجهد لتمثيل البيانات الرقمية الثنائية كما هو مبين في الشكل.



شكل(٤- ٦)

أسلوب الترميز (Encoding)

- الرقم الثنائي 1 : يتم تمثيله بنبضة موجبة ارتفاعها V+ خلال الفترة الزمنية للنبضة T_b.
- الرقم الثنائي 0 : يتم تمثيله بنبضة سالبة ارتفاعها V– خلال الفترة الزمنية للنبضة T_b.

المميزات:

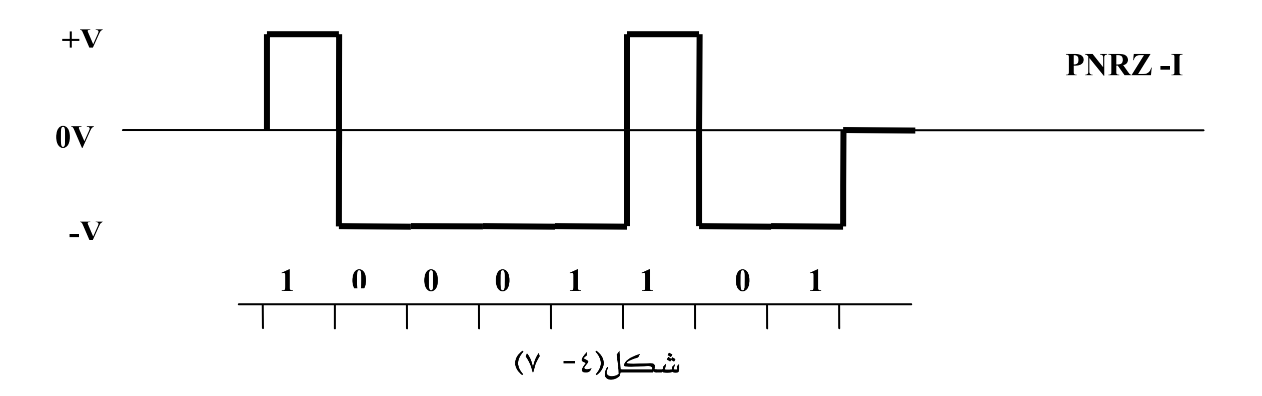
- نظراً لأن هذا النوع من الترميز ثنائي القطبية فإن مركبة التيار المستمر في هذه الحالة تكون منخفضة جداً أو معدومة.
- النطاق الترددي المطلوب لإرسال هذه الإشارة الرقمية المرمزة يكون تقريباً مساوياً لتردد هذه الإشارة.

العيوب:

- يعتبر هذا النوع من الترميز غير مناسب من حيث التزامن في حالة إرسال سلسلة متعاقبة من الـ 1,s أو سلسلة متعاقبة من الـ 0,s وفي هذه الحالة لابد من توفير قناة تراسل منفصلة لإرسال نبضات التزامن.

ب- الترميز ثنائي القطبية دون الرجوع للصفر – تبادلي (PNRZ – I)

هذا النوع من الترميز يستخدم لحل مشاكل التزامن في حالة إرسال سلسلة متعاقبة من الـ 1,s.



شكل(٤- ٧)

أسلوب الترميز (Encoding)

- الرقم الثنائي 1 : يتم تمثيله بالتناوب أو التبادل بنبضة موجبة V+ ثم نبضة سالبة V- خلال السلسلة المتعاقبة من الـ 1,s كل خلال الفترة الزمنية للنبضة T_b.
- الرقم الثنائي 0 : يتم تمثيله بنبضة سالبة ارتفاعها V– خلال الفترة الزمنية للنبضة T_b.

المميزات:

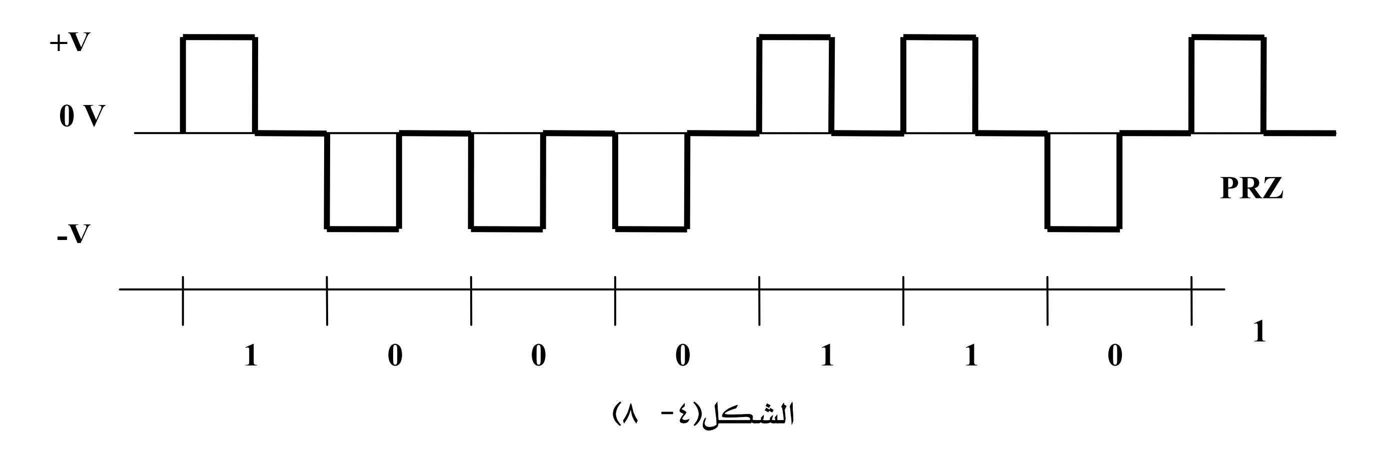
- نظراً لأن هذا النوع من الترميز ثنائي القطبية فإن مركبة التيار المستمر في هذه الحالة تكون منخفضة جداً أو معدومة.
- حل مشكلة التزامن في حالة ارسال سلسلة متعاقبة من الـ 1,s.
- النطاق الترددي المطلوب لإرسال هذه الإشارة الرقمية المرمزة يكون مساوياً تقريباً لتردد هذه الإشارة.

العيوب:

- هذا النوع من الترميز يعتبر غير مناسب من حيث التزامن في حالة إرسال سلسلة متعاقبة من الـ 0,s وفي هذه الحالة لابد من توفير قناة تراسل منفصلة لإرسال نبضات التزامن.

٤- ٢- ٢- ٢ الترميز ثنائي القطبية مع الرجوع للصفر (PRZ)

يعتبر هذا النوع من الترميز أحد الحلول المميزة لمشاكل عملية التزامن خاصة عند إرسال سلسلة متعاقبة من الـ 1,s وسلسلة متعاقبة من الـ 0,s كما يستخدم هذا النوع من الترميز ثلاثة مستويات للجهد (-V, 0 , +V) كما هو مبين في الشكل.



الشكل(٤- ٨)

أسلوب الترميز (Encoding)

- الرقم الثنائي 1 : يتم تمثيله بحيث يكون النصف الأول من زمن ن 0 النبضة ، Tb/2 ذا جهد +V بينما النصف الثاني من زمن النبضة يبقى 0V.
- الرقم الثنائي 0 : يتم تمثيله بحيث يكون النصف الأول من زمن النبضة ، Tb/2 ذا جهد –V بينما النصف الثاني من زمن النبضة يبقى 0V.

المميزات:

- نظراً لأن هذا النوع من الترميز ثنائي القطبية فإن مركبة التيار المستمر في هذه الحالة تكون منخفضة جداً أو منعدمة.
- حل مشكلة التزامن في حالة إرسال سلسلة متعاقبة من الـ 1,s أو سلسلة متعاقبة من الـ 0,s نظراً لإمكانية تحديد بداية ونهاية الفترة الزمنية للنبضة Tb.

العيوب:

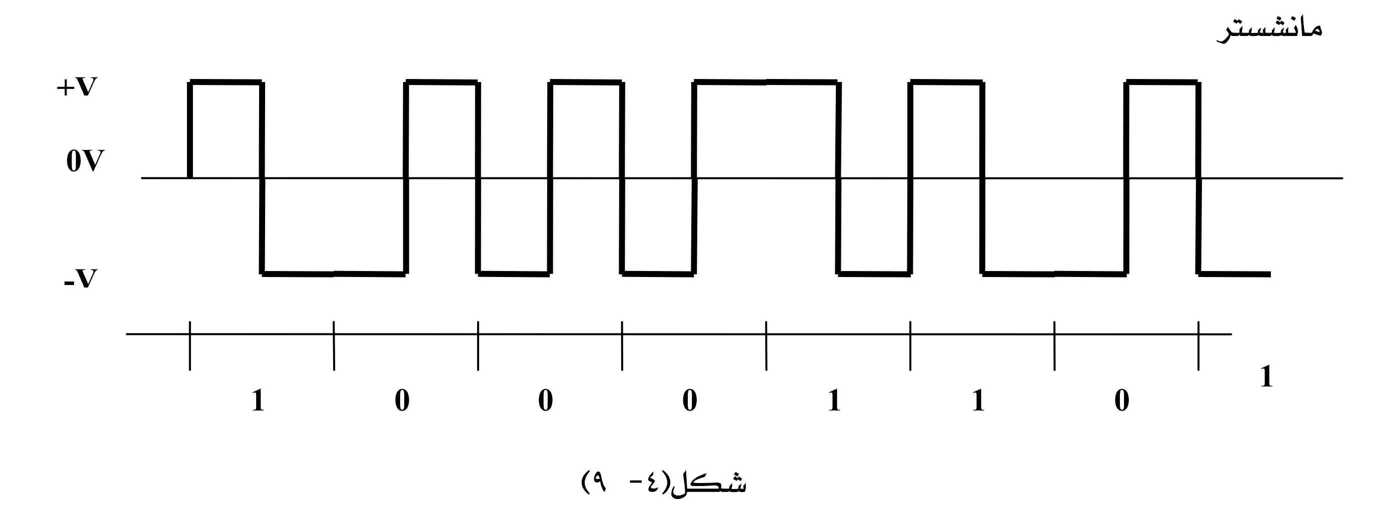
- نظراً لأن هذا النوع من الترميز يحتاج لفترتين زمنيتين لترميز رقم ثنائي واحد فإن هذا يتطلب دوائر رقمية خاصة.
- هذا النوع من الترميز يحتاج إلى نطاق ترددي كبير لإرسال الإشارة الرقمية المرمزة.

٤- ٢- ٢- ٣ الترميز ثنائي القطبية- ثنائي الطور (Polar Bi-phase)

يعتبر هذا النوع من الترميز أيضاً أحد الحلول المميزة لمشاكل عملية التزامن وهو يستخدم بكثرة في شبكات التراسل وينقسم هذا النوع إلى نوعين فرعيين هما:

أ- الترميز ثنائي القطبية – مانشستر (Polar Manchester)

كان أول ظهور أو استخدام لهذا النوع من الترميز في جامعة مانشستر بإنجلترا ولهذا سمي باسم الجامعة التي ظهر فيها. يستخدم هذا النوع من الترميز مستويين للجهد +V, −V كما هو مبين في الشكل كما يستخدم في الشبكات المحلية من نوع الـ Ethernet.



شكل(٤- ٩)

أسلوب الترميز (Encoding)

- الرقم الثنائي 1: يتم تمثيله بحيث يكون النصف الأول من زمن النبضة، Tb/2 ذا جهد +V بينما النصف الثاني من زمن النبضة ذا جهد −V.
- الرقم الثنائي 0: يتم تمثيله بحيث يكون النصف الأول من زمن النبضة، Tb/2 ذا جهد −V بينما النصف الثاني من زمن النبضة ذا جهد +V.

المميزات:

- نظراً لأن هذا النوع من الترميز ثنائي القطبية فإن مركبة التيار المستمر في هذه الحالة تكون منخفضة جداً أو منعدمة.

- حل مشكلة التزامن في حالة إرسال سلسلة متعاقبة من الـ 1,s أو سلسلة متعاقبة من الـ 0,s نظراً لإمكانية تحديد بداية ونهاية الفترة الزمنية للنبضة Tb .

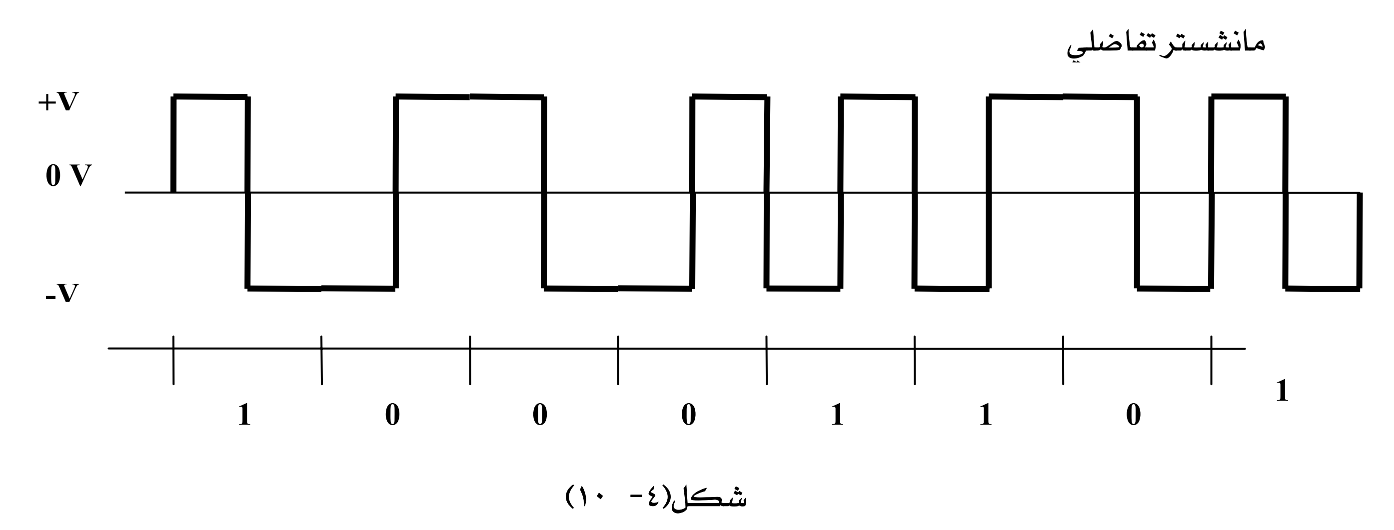
العيوب:

- نظراً لأن هذا النوع من الترميز يحتاج لفترتين زمنيتين لترميز رقم ثنائي واحد فإن هذا يتطلب دوائر رقمية خاصة.
- هذا النوع من الترميز يحتاج إلى نطاق ترددي كبير لإرسال الإشارة الرقمية المرمزة.

ب- الترميز ثنائي القطبية- مانشستر الفرقي (Polar Differential Manchester)

هذا النوع مشابه للنوع السابق لكنه يتميز بأن تحديد نوع النبضة الحالية لا يعتمد فقط على الرقم الثنائي المراد ترميزه بل أيضا علي حالة النبضة السابقة مما يمنع حدوث أي التباس أو شك حول تحديد نوع النبضة لو حدث تبديل لأسلاك الاتصال.و يستخدم هذا النوع من الترميز في الشبكات من نوع الـ (Token Ring).

مانشستر تفاضلي



شكل(٤- ١٠)

أسلوب الترميز (Encoding)

- الرقم الثنائي 1: يتم تمثيله بحيث يكون النصف الأول من زمن النبضة، Tb/2 ذا جهد يساوي 1 XOR حالة النبضة السابقة 1 أو 0. النصف الثاني من زمن النبضة تمثيله عكس النصف الأول.
- الرقم الثنائي 0: يتم تمثيله بحيث يكون النصف الأول من زمن النبضة، Tb/2 ذا جهد يساوي 0 XOR حالة النبضة السابقة 1 أو 0. النصف الثاني من زمن النبضة تمثيله عكس النصف الأول.

المميزات:

- نظراً لأن هذا النوع من الترميز ثنائي القطبية فإن مركبة التيار المستمر في هذه الحالة تكون منخفضة جداً أو منعدمة.
- حل مشكلة التزامن نظراً لإمكانية تحديد بداية ونهاية الفترة الزمنية للنبضة T_b.

العيوب:

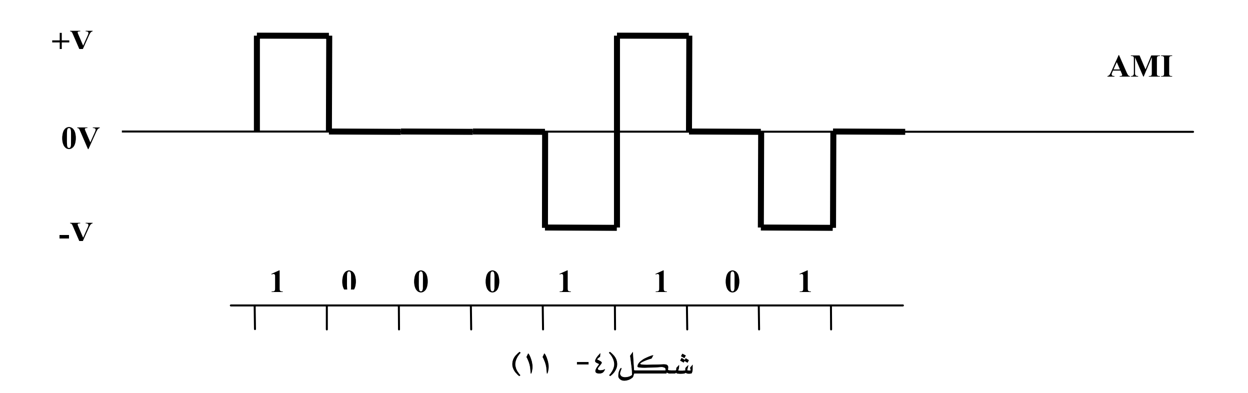
- يحتاج هذا النوع من الترميز دوائر رقمية خاصة لتمثيل البيانات المراد ترميزها.
- يتطلب هذا النوع من الترميز نطاقاً ترددياً عريضاً لإرسال الإشارة الرقمية المرمزة.

٤- ٣ الترميز المختلط (Scrambled Encoding)

يستخدم في هذا النوع من الترميز ثلاثة مستويات للجهد لتمثيل البيانات الثنائية V+ , 0 ,V–.
وينقسم هذا النوع من الترميز إلى :

٤- ٣- ١ الترميز عاكس العلامة بالتناوب(AMI)

في هذا النوع من الترميز يتم تمثيل الـ 1,s المتعاقبة بنبضات موجبة وسالبة الجهد بالتناوب بحيث يمكن اكتشاف الخطأ في الإشارة المستقبلة في حالة ورود نبضتين متعاقبتين بنفس الاتجاه.



شكل(٤- ١١)

أسلوب الترميز (Encoding)

- الرقم الثنائي 1: يتم تمثيل الـ 1,s المتعاقبة بنبضات موجبة وسالبة الجهد بالتناوب.
- الرقم الثنائي 0: يتم تمثيله بنبضة جهدها 0V خلال الفترة الزمنية للنبضة T_b.

- نظراً لهذا التناوب في قطبية الـ 1,s فإن مركبة التيار المستمر في هذه الحالة تكون منخفضة جداً أو منعدمة.
- حل مشكلة التزامن في حالة إرسال سلسلة متعاقبة من الـ 1,s أو سلسلة متعاقبة من الـ 1,s والـ 0,s.
- يمكن اكتشاف الخطأ في النبضات المستقبلة في حالة ورود نبضتين متتاليتين كل منهما +V أو نبضتين كل منهما −V متتاليتين.

العيوب:

- يتطلب هذا النوع من الترميز نطاقاً ترددياً كبيراً نسبياً.
- هذا النوع من الترميز غير مناسب من حيث التزامن في حالة إرسال سلسلة متعاقبة من الـ 0,s.

٤- ٣- ٢ الترميز عالي الكثافة (HDB3)

هذا النوع من الترميز يستخدم في النظم الأوروبية لتراسل الإشارات الرقمية لمسافات بعيدة كما إنه أمكن حل مشكلة التزامن في حالة إرسال سلسلة متعاقبة من .الـ 0,s الموجودة بطريقة الترميز AMI. وتستخدم طريقة الترميز HDB3 إذا كان هناك أكثر من ثلاثة 0,s متعاقبة.

أسلوب الترميز (Encoding)

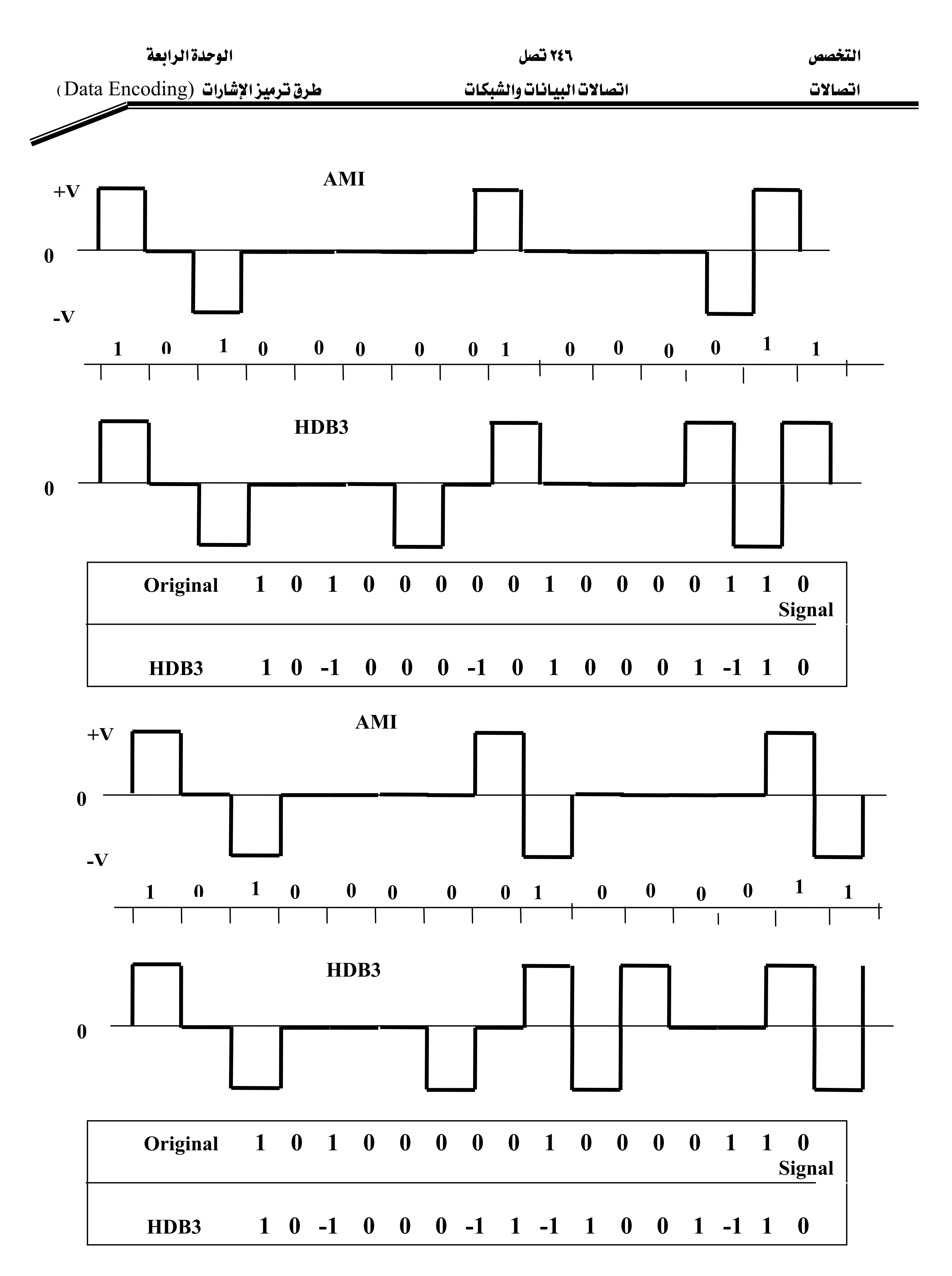
- أول رقم ثنائي 1 يتم تمثيله بنبضة موجبة V+ خلال الفترة الزمنية للنبضة T_b مثل تقنية الـ AMI.
- سلسلة الأصفار 0000 يمكن وضعها على الصورة 000X أو Y00X حيث X تمثل بنبضة موجبة أو سالبة تسمى V و Y تمثل بنبضة تسمى B ومشابهة لـ V.
- السلسلة 000X تستخدم لأول سلسلة من الأصفار تظهر في سلسلة البيانات الرقمية الثنائية.
- السلسلة 000X تستخدم أيضاً لثاني سلسلة أصفار تظهر بعد السلسلة الأولى وذلك إذا كان عدد الـ 1,s بين سلاسل الأصفار يكون فردياً.
- السلسلة 000X يمكن أن تكون فيها X نبضة موجبة أو سالبة اعتماداً على قطبية آخر نبضة سابقة لها ومشابهة لها.
- السلسلة Y00X تستخدم لسلسلة الأصفار 0000 وذلك إذا كان عدد الـ 1,s بين سلسلة الأصفار السابقة وسلسلة الأصفار اللاحقة يكون زوجياً.
- السلسلة Y00X يمكن أن تكون فيها X,Y نبضتين موجبتين أو نبضتين سالبتين اعتماداً على قطبية آخر نبضة سابقة لـ Y ومعاكسة لها.

المميزات:

- نظراً لهذا التناوب في القطبية فإن مركبة التيار المستمر للإشارة المرمزة تكون منخفضة جداً أو منعدمة.
- حل مشكلة التزامن في حالة إرسال سلسلة من الأصفار تزيد عن ثلاثة أصفار.
- تستخدم هذه التقنية في حالة تراسل البيانات لمسافات بعيدة.
- يمكن اكتشاف الأخطاء في حالة ورود نبضتين موجبتين متتاليتين أو نبضتين سالبتين متتاليتين.

العيوب:

- يتطلب هذا النوع من الترميز نطاقاً ترددياً عريضاً نسبياً لإرسال الإشارة الرقمية المرمزة.



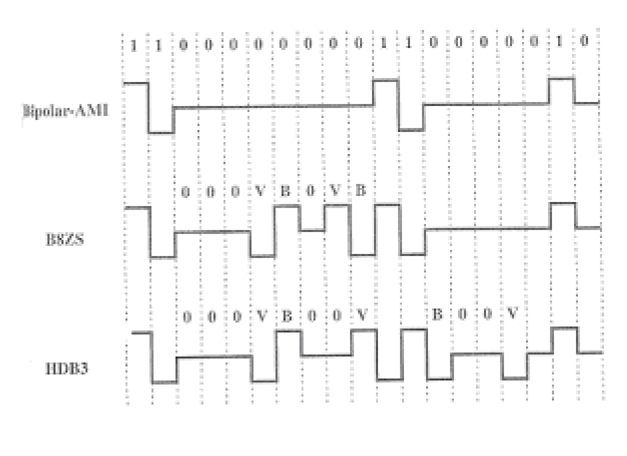
Original Signal	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
HDB3	1	0	-1	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	1	-1	1	0

Original Signal	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
HDB3	1	0	-1	0	0	0	-1	1	-1	1	0	0	1	-1	1	0

شكل(٤- ١٢)

٤- ٣- ٣ الترميز بالتعويض (B8ZS)

يستخدم هذا النوع من الترميز في النظم الأمريكية لإرسال الإشارات الرقمية لمسافات بعيدة كما إنه من خلاله أمكن حل مشكلة التزامن في حالة إرسال سلسلة متعاقبة من الـ 0,s والموجودة بالتقنية AMI. تستخدم تقنية الـ B8ZS إذا كانت هناك سلسلة من الأصفار عددها ثمانية أو أكثر. الشكل يبين الإشارة المرمزة باستخدام التقنية B8ZS ومقارنتها بالتقنيات HDB3, AMI. كما هو مبين في الشكل (٤- ١٣).



شكل ٤-١٣

أسلوب الترميز (Encoding)

- أول رقم ثنائي 1 يتم تمثيله بنبضة موجبة +V خلال الفترة الزمنية للنبضة T_b مثل تقنية الـ AMI.
- سلسلة الأصفار الثمانية 00000000 يمكن وضعها على الصورة 000WX0YZ.
- السلسلة 000WX0YZ يمكن وضعها على الصورة 000NP0PN وذلك إذا كانت النبضة السابقة لـ W تكون سالبة.
- السلسلة 000WX0YZ يمكن وضعها على الصورة 000PNoNP وذلك إذا كانت النبضة السابقة لـ W تكون موجبة.
- أول رقم ثنائي 1 يلي بعد ذلك سلسلة الـ 000WX0YZ تكون قطبيته عكس قطبية Z.
- إذا كانت هناك سلسلة من الأصفار أكثر من ثمانية وأقل من ستة عشر فيتم تطبيق تقنية الـ B8ZS على الثمانية أصفار الأولى وهكذا.

المميزات:

- نظراً لهذا التناوب في القطبية فإن مركبة التيار المستمر للإشارة المرمزة تكون منخفضة جداً أو معدومة.
- حل مشكلة التزامن في حالة إرسال سلسلة من الأصفار عددها ثمانية أو أكثر.
- يمكن استخدام هذه التقنية لتراسل البيانات لمسافات بعيدة.
- يمكن اكتشاف الأخطاء في حالة ورود نبضتين موجبتين متتاليتين أو نبضتين سالبتين متتاليتين.

العيوب:

- يتطلب هذا النوع من الترميز نطاقاً ترددياً عريضاً نسبياً لإرسال الإشارة الرقمية المرمزة.

٤- الترميز متعدد المستويات ومعدل التعديل
(M- arry Encoding and Modulation Rate)

البيانات الرقمية مثل تلك البيانات الصادرة من أجهزة الحاسبات الآلية يمكن تحويلها إلى إشارات تماثلية بواسطة استخدام دوائر إلكترونية خاصة تسمى بالمعدلات الرقمية لكي تكون مناسبة لوسط التراسل المستخدم. في هذا التعديل تستخدم موجة حاملة تمثلية جيبية عالية التردد حيث يتم تعديل أو تشكيل أحد معاملاتها (الاتساع أو التردد أو الطور) بواسطة تلك البيانات الرقمية. فإذا كانت تلك البيانات الرقمية من نوع البيانات الرقمية الثنائية فإن أحد معاملات الموجة الحاملة يتغير بين قيمتين فقط وتسمي عملية الرقمي هذه بـ الإزاحة بالتبديل(Shift Keying). توجد عدة طرق لهذا التعديل الرقمي نوجزها فيما يلي:

- **الإزاحة بتبديل الاتساع** (Amplitude Shift Keying-ASK)

حيث يتغير اتساع الموجة الحاملة بين قيمتين فقط تبعاً لتسلسل البيانات الرقمية بينما تبقى قيمة كل من التردد والطور لا تتغيران.

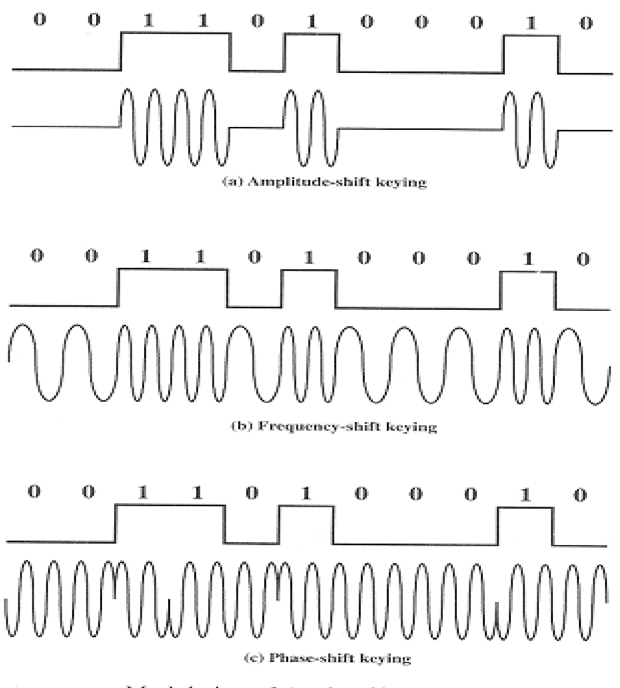
- **ألإزاحة بتبديل التردد** (Frequency Shift Keying-FSK)

حيث يتغير تردد الموجة الحاملة بين قيمتين فقط تبعاً لتسلسل البيانات الرقمية بينما تبقى قيمة كل من الاتساع والطور لا تتغيران.

- ألإزاحة بتبديل الطور Phase Shift Keying-PSK))

حيث يتغير طور الموجة الحاملة بين قيمتين فقط تبعاً لتسلسل البيانات الرقمية بينما تبقي قيمة كل من الإتساع والتردد لا يتغيران.

الشكل(٤- ١٤) يبين الموجة الحاملة وتغيرها تبعاً لتغير البيانات الرقمية لكل نوع من أنواع التعديل الثلاثة.



Modulation of Analog Signals for Digital Data
الشكل ٤ – ١٤

طرق التعديل الرقمية التي ذكرناها هي نظم تعديل رقمية ثنائية حيث يتغير أحد معاملات الموجة الحاملة بين قيمتين فقط، قيمة عندما تكون البيانات الرقمية ممثلة بالرقم الثنائي 1 والقيمة الأخرى عندما تكون البيانات الرقمية ممثلة بالرقم الثنائي 0 وبالتالي تكون سرعة تراسل البيانات مقاسة بعدد النبضات الرقمية الثنائية المرسلة في الثانية الواحدة ذات علاقة مع سرعة تراسل الإشارات عبر قناة التراسل والتي يطلق عليها سرعة أو معدل التعديل(modulation rate) كما يطلق عليها أيضاً السرعة بالبود Baud rate والتي تمثل عدد مستويات الإشارة المرسلة في الثانية الواحدة. فإذا رمزنا لعدد مستويات الإشارة بالرمز M ففي حالة النظام الرقمي الثنائي تكون M=2. لذلك لابد أن نتذكر أن كفاءة التراسل تعتمد على:

- معدل التراسل أو السرعة بالبود.
- النطاق الترددي للإشارة المراد إرسالها وعلاقته بالنطاق الترددي لقناة التراسل.
- نسبة قدرة الإشارة إلى الضوضاء.

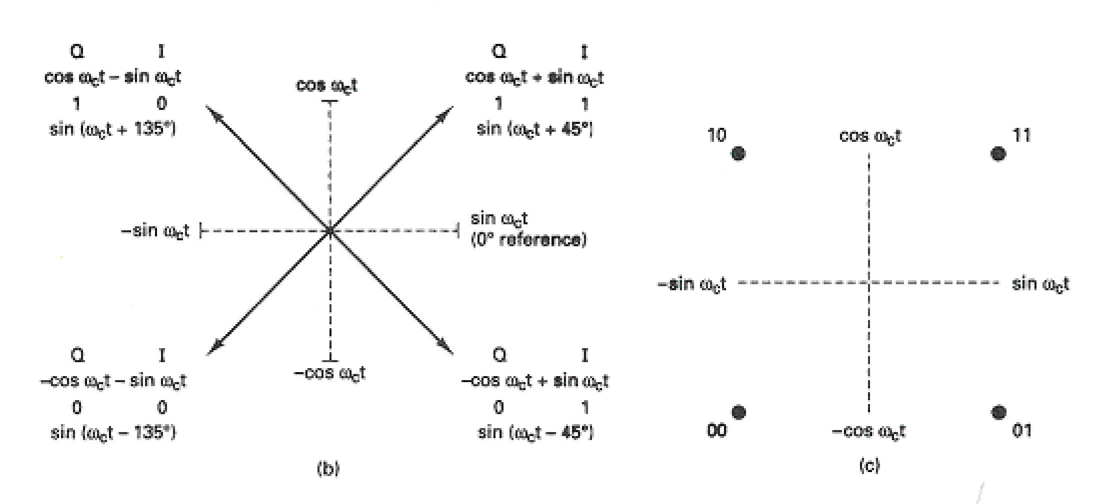
كفاءة التراسل يمكن تحسينها وزيادتها بجعل الرمز M>2 أي باستخدام عدد أكبر من المستويات في نظام التعديل الرقمي وذلك للحصول على نطاق ترددي أقل للإشارة المراد إرسالها.

وعلى سبيل المثال:

- نظام التعديل BPSK ذو زاويتي الطور M=2 يصبح 4PSK حيث يحتوي على أربع زوايا طور لأن $M = 4 = 2^2$ حيث يتم تمثيل كل زاوية طور بنبضتين رقميتين ثنائيتين كما هو مبين في الشكل(٤- ١٥).

Binary input		QPSK output phase
Q	I	
0	0	−135°
0	1	−45°
1	0	+135°
1	1	+45°

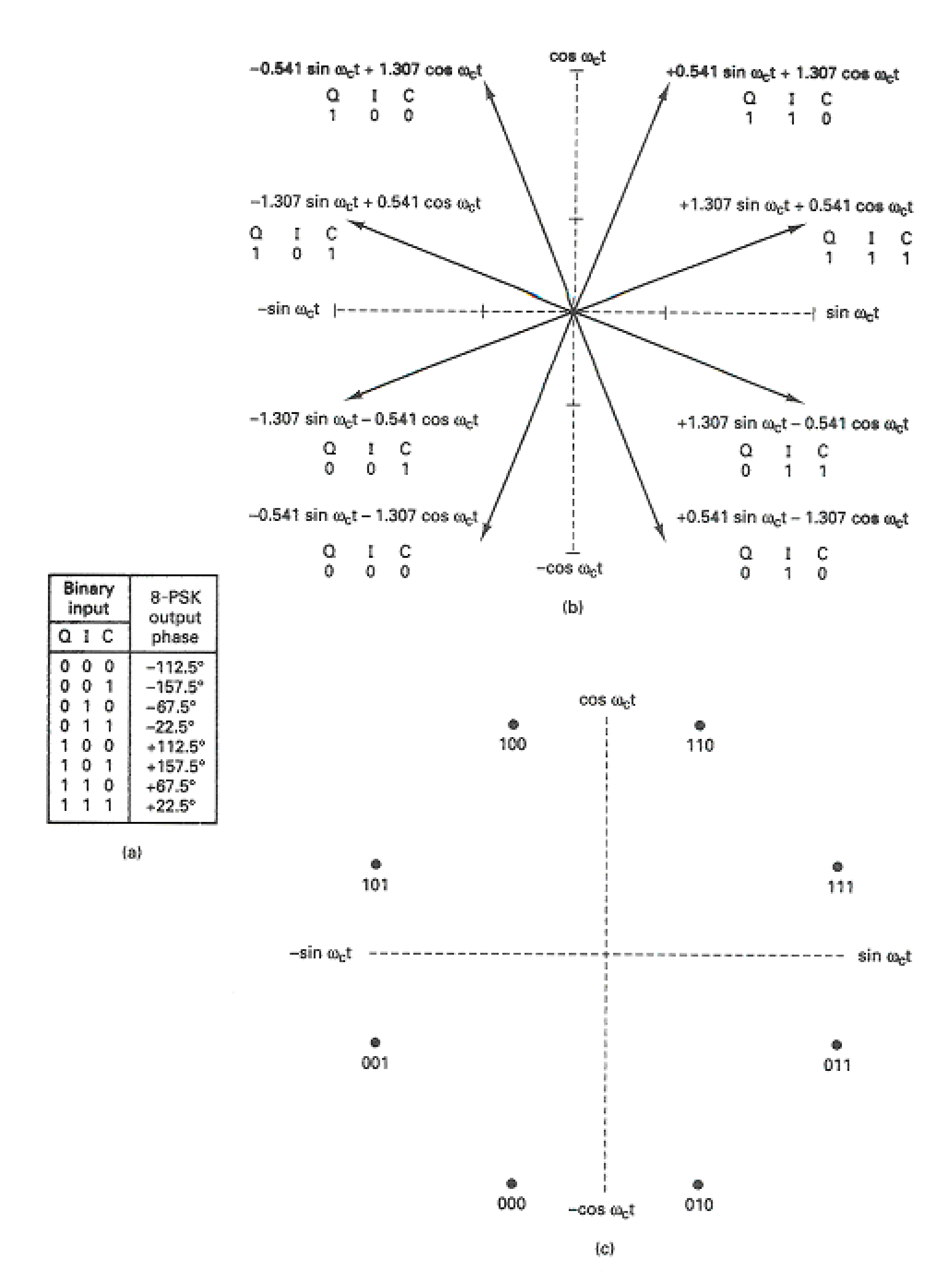
(a)



QPSK modulator: (a) truth table; (b) phasor diagram; (c) constellation diagram

الشكل ٤ – ١٥

- نظام التعديل BPSK ذو زاويتي الطور M=2 يصبح 8PSK حيث يحتوي علي ثمانية زوايا طور لأن $M=8=2^3$ حيث يتم تمثيل كل زاوية طور بثلاث نبضات رقمية ثنائية كما هو مبين في الشكل(٤- ١٦).



Binary input Q I C	8-PSK output phase
0 0 0	−112.5°
0 0 1	−157.5°
0 1 0	−67.5°
0 1 1	−22.5°
1 0 0	+112.5°
1 0 1	+157.5°
1 1 0	+67.5°
1 1 1	+22.5°

8-PSK modulator: (a) truth table; (b) phasor diagram; (c) constellation

الشكل ٤ – ١٦

الشكل الرياضي للعلاقة بين عدد النبضات الرقمية n الممثلة لكل زاوية من زوايا الطور M يمكن كتابتها كما يلي:

$M = 2^n$

$n = \log_2 M$

وعند رسم متجهات زوايا الطور لابد من الأخذ في الاعتبار ما يلي:

- زاوية الوجه بين أي متجهين على مخطط متجهات الـ M-ary = 360°/M.
- زاوية الوجه بين أول متجه والمحور الأفقي القياسي على مخطط المتجهات = 180°/M.

مثال:

- إذا كانت $n = 2$ فإن عدد زوايا الوجه للمعدل المستخدم هو $M = 2^n = 2^2 = 4$.
- إذا كانت $n = 3$ فإن عدد زوايا الوجه للمعدل المستخدم هو $M = 2^n = 2^3 = 8$.

٤- ٥ أداء أنظمة الترميز متعدد المستويات
(Performance of M-array Encoding Systems)

عند تحليل أداء نظم الترميز المختلفة ومقارنتها ببعض فإن ذلك يتم بحساب معاملين لهذا الأداء وهما:

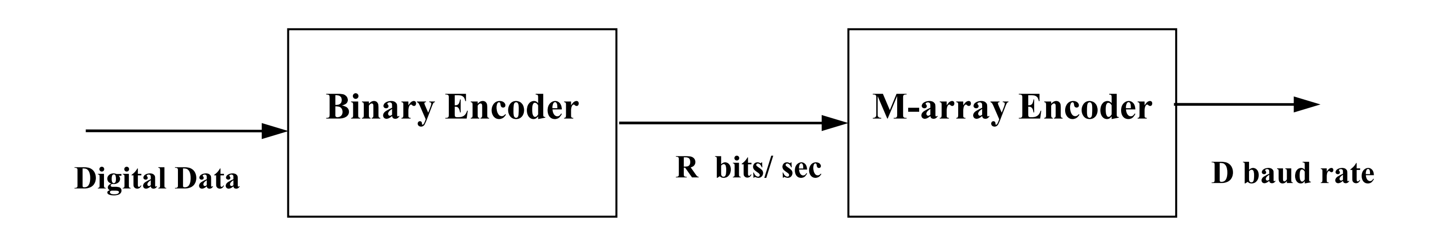
- سرعة التراسل.
- مدى تأثير الطاقة المستخدمة لنبضات التراسل لمنع الضوضاء من إحداث أخطاء في النبضات الرقمية المرسلة (S/N).

وكما ذكرنا سابقاً، فإن كفاءة التراسل يمكن زيادتها باستخدام عدد أكبر من المستويات في نظم التعديل أي $M>2$ وذلك للحصول على نطاق ترددي منخفض للتراسل فإذا كانت سرعة تراسل خرج مصدر البيانات تقاس بالـ بت/ث بينما سرعة التراسل على قناة التراسل تقاس بالبود/ثانية أو سرعة معدل التعديل modulation rate. ذكرنا سابقاً أن العلاقة بين سرعة التراسل R بالـ بت/ث وسرعة التراسل D باليود/ث يمكن كتابتها كما يلي:

D = Baud Rate = bit rate / Baud length = R/n Baud/ sec.

$n = \log_2 M$

$R = D \cdot n = D \log_2 M$ bit/sec.



شكل(٤-١٧)

من الشكل (٤- ١٧) نجد أن العلاقة بين سرعة التراسل، D، عبر قناة الإرسال وبين النطاق الترددي لقناة الإرسال، W، يمكن التعبير عنها كما يلي:

$$D = 2W$$
$$R = D \cdot n = D \log_2 M = 2W \log_2 M \quad \text{bit/sec}$$
$$W = R/ 2 \log_2 \text{ MHz}$$

من العلاقة السابقة نجد أن النطاق الترددي المطلوب للتراسل قد انخفض بمقدار $\log_2 M$ حيث M تمثل عدد زوايا الطور المستخدمة في عملية التعديل الرقمي.

مثال:

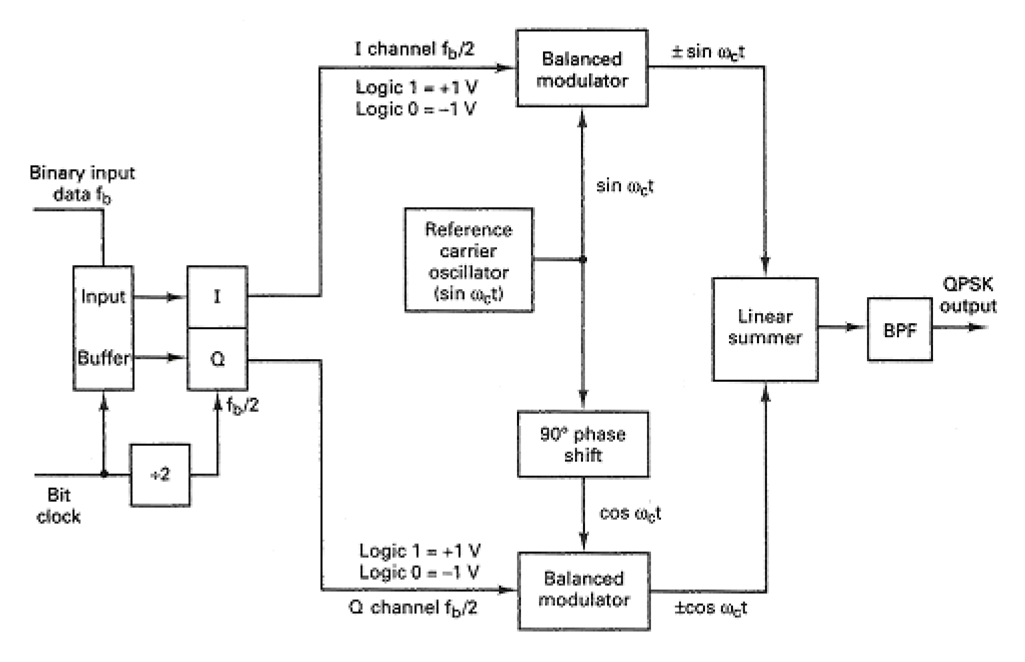
معدل ذو نظام 8- PSK يستخدم نبضات دخل ذات معدل ١٠ ميجا بت/ث وموجة حاملة ذات تردد قدره ٨٠ ميجا هرتز. أوجد معدل التعديل والنطاق الترددي اللازم للتراسل.

الحل:

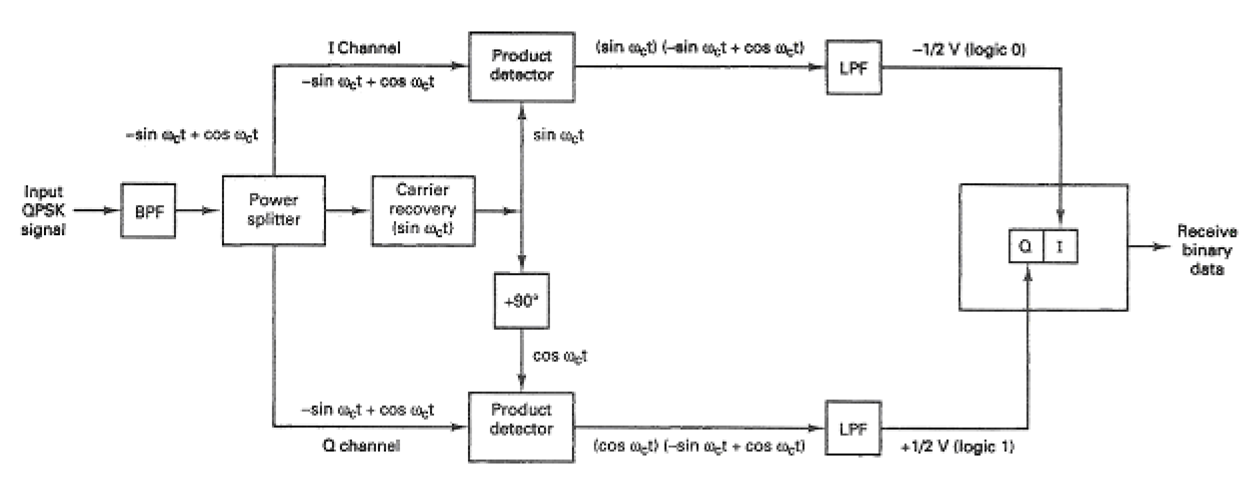
$$M = 8 = 2^3 = 2^n$$
$$n = \text{Baud length} = 3 \text{ bits}$$
$$R = 10 \text{ M bit/sec}$$
$$D = R/n = 10 \text{ M} /3 = 3.33 \text{ M Baud/sec}$$
$$W = D/2 = 1.66 \text{ M Hz}$$

٤- ٦ المخطط العام لنظام تعديل (Quaternary Phase Shift Keying-QPSK)

في هذا المخطط تستخدم التقنية M-ary Encoding حيث M = 4 أي توجد ٤ زوايا طور تغير في زاوية وجه الموجة الحاملة. كل زاوية وجه ناتجة عن نبضتي دخل للمعدل (00 أو 01 أو 10 أو 11) وبالتالي يكون معدل التراسل أو التعديل عند مخرج المعدل يصبح نصف معدل التراسل عند مدخل المعدل. الأشكال التالية(٤- ١٨،١٩،٢٠) تبين مخططات لمرسل ومستقبل من نوع الـ QPSK بالإضافة إلي الإشارات المختلفة للدخل والخرج.



QPSK modulator شكل ٤ – ١٨

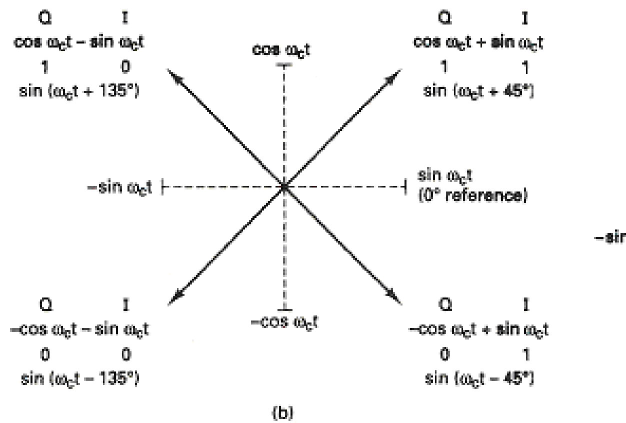


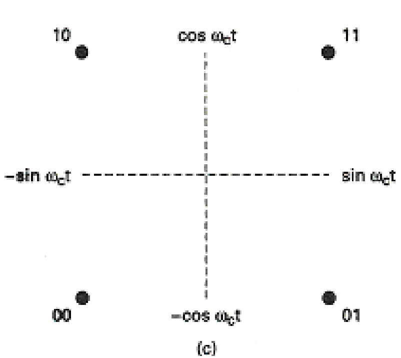
QPSK receiver

شكل ٤ – ١٩

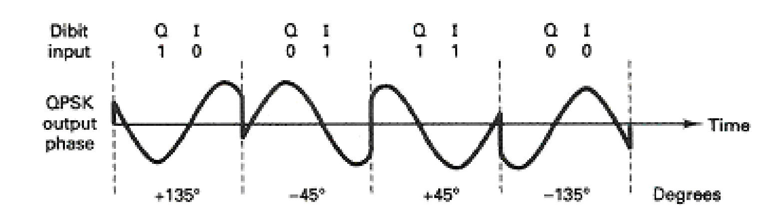
Binary input		QPSK output phase
Q	I	
0	0	−135°
0	1	−45°
1	0	+135°
1	1	+45°

(a)





QPSK modulator: (a) truth table; (b) phasor diagram; (c) constellation diagram



شكل ٤ – ٢٠ Output phase-versus-time relationship for a QPSK modulator

الشكل(٤-٢٠)

أسئلة الوحدة الرابعة

أجب عن الأسئلة الآتية:

س١: ما العوامل التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند تصميم الترميز المراد استخدامه ؟

س٢: اذكر أوجه الاختلاف في خصائص الإشارات الرقمية.

س٣: لماذا لايفضل في نظم التراسل الرقمي استخدام نظم الترميز التي تنتج إشارات تحوي تياراً مستمراً ؟

س٤: ما الغرض من تحويل البيانات إلى إشارات ؟

س٥: ماذا يحدث في نظام التراسل الرقمي المرمز بنظام NRZ-L في حالة ورود سلسلة من البت الـ 1,s أو سلسلة من البت الـ 0,s ؟

س٦: حدد الصواب أو الخطأ فيما يلي:

أ- في نظم تعديل الاتساع يتغير الطور دوماً مع تغير البيانات المراد إرسالها.

ب- من المناسب دائماً إرسال إشارة NRZ عبر القنوات التي تحتوي على محولات كهربية.

ت- يوجد انتقال دائم في أول الفترة الزمنية للنبضة في نظام ترميز مانشستر.

ث- عند استخدام نظام 8-PSK تبلغ سرعة التراسل بالبود نصف سرعة التراسل بالبت/ث.

ج- الغرض من استخدام نظم الترميز متعدد المستويات هو الحصول على نطاق ترددي عريض للإشارة المراد إرسالها.

س٧: اختر الإجابة الصحيحة:

أ- ASK, FSK, PSK, QPSK هي أمثلة لـ :

- Digital-to-digital
- Digital-to-analog
- Analog-to-analog
- Analog-to-digital

ب- نظام الـ PCM هو مثال للتحويل من :

- Digital-to-digital
- Digital-to-analog
- Analog-to-analog
- Analog-to-digital

ت- نظم التعديل الترددي والاتساعي هي أمثلة لنظم التحويل من :

- Digital-to-digital
- Digital-to-analog
- Analog-to-analog
- Analog-to-digital

ث- أي من نظم الترميز الآتية لا يوفر وسيلة التزامن.

- NRZ-L
- RZ
- B8ZS
- HDB3

ج- كم عدد مستويات الاتساع لكل من طرق الترميز الآتية:

- Unipolar
- NRZ-L
- NRZ-I
- RZ
- Manchester

س٨: ارسم الإشارة الرقمية الثنائية المرمزة لسلسلة الأرقام الثنائية 10110101011001 ممثلة بنظام NRZ-L ونظام AMI ونظام مانشستر.

س٩: المطلوب رسم وإعداد كل من المتجهات وجدول الحقيقة للنظام 8-PSK. ما عرض النطاق الترددي المطلوب للتراسل إذا كان معدل التراسل للبيانات هو ٦٤ ك. بت/ث؟

س١٠: ارسم مع الشرح المخطط الخاص بمرسل نظام 4-PSK.

اتصالات البيانات والشبكات

اتصالات البيانات الرقمية

(Digital Data Communication)

الوحدة الخامسة : اتصالات البيانات الرقمية (Digital Data Communication)

الجدارة:

التعرف علي طرق التراسل وأطوارها وكيفية التحكم في تراسل البيانات والمواجهة.

الأهداف:

عندما تكتمل هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً بإذن الله على:

١- التعرف على طرق التراسل والتزامن.
٢- التعرف على أطوار التراسل المختلفة.
٣- التعرف على كيفية معالجة أخطاء التراسل والتحكم فيها.
٤- التعرف على كيفية تنظيم المواجهة بقنوات تراسل البيانات.

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ٣ساعات.

الوسائل المساعدة:

تنفيذ التدريبات العملية في المعمل.

متطلبات الجدارة:

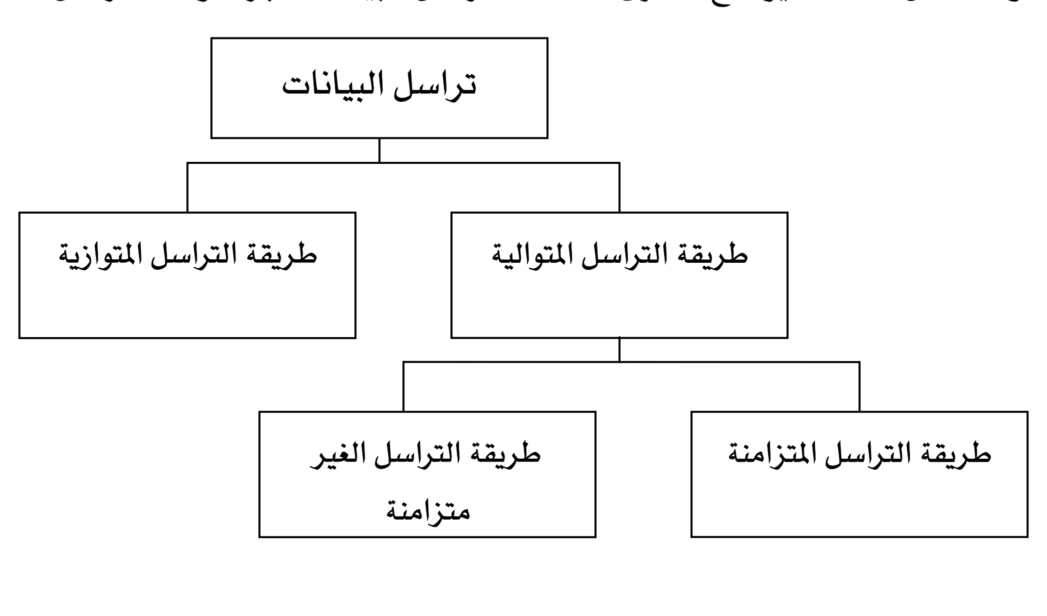
اجتياز جميع المقررات السابقة.

٥- ١ مقدمة

في الوحدة السابقة كان اهتمامنا يرتكز أساساً على كيفية ترميز البيانات واختيار طريقة الترميز المناسبة لكي تكون ملائمة لعملية التراسل. الخطوة التالية هي عملية التراسل نفسها والوحدات المساعدة المطلوبة لإرسال الإشارات عبر قناة الاتصال من المرسل إلى المستقبل، مثال ذلك الإشارة الرقمية المتولدة من جهاز الحاسب التي تحتاج لوحدات أخري تضع هذه الإشارات الرقمية في الأسلوب المناسب للتراسل أو تقوم بتعديل الموجة الحاملة قبل إرسالها عبر قناة التراسل الهاتفية وهكذا. أيضاً عندما نتكلم عن تراسل البيانات من نقطة إلى أخرى فلابد من الأخذ في الاعتبار شكل البيانات المرسلة وتكوينها.

٥- ٢ طرق تراسل البيانات الرقمية (Digital Data Transmission Methods)

يمكن أن ترسل البيانات في صورة بت يعقبها بت وهكذا أو ترسل في صورة مجموعة من البت يعقبها مجموعة من البت وهكذا كما يمكن لمجموعة البت هذه أن ترسل في صورة متوالية أو صورة متوازية والشكل(٥- ١) يوضح الطرق المختلفة لتراسل البيانات عبر قنوات التراسل.

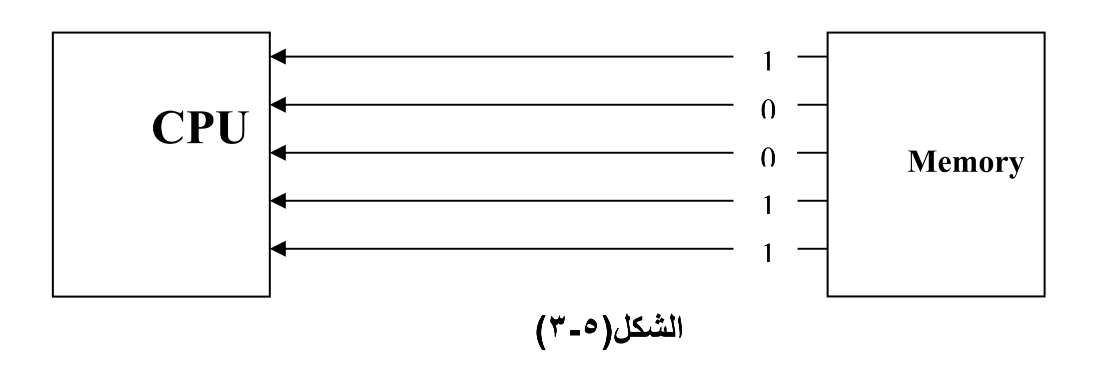


الشكل(٥-١)

٥- ٢- ١ طريقة التراسل المتوازية (Parallel Transmission)

في هذه الطريقة كما هو مبين في الشكل (٥- ٢) يتم التراسل عن طريق إرسال مجموعة من النبضات عددها n في وقت واحد باستخدام عدد من أسلاك الاتصال عددها n أيضا حيث كل نبضة لها السلك المخصص لإرسالها كما يمكن ملاحظة أن هذه المجموعة من النبضات ترسل في وقت واحد

باستخدام نبضة استثارة واحدة one clock pulse. من مميزات طريقة التراسل المتوازية سرعة التراسل العالية لكنها تعتبر مكلفة نظراً لأنها تتطلب أسلاكاً كثيرة للتراسل كما إنها تستخدم للاتصال لمسافات قصيرة مثل التوصيلات داخل الحاسبات (بين الذاكرة والمعالج- و بين الدخل والذاكرة- و بين الذاكرة والخرج) أو بين الحاسب والطابعة. وهناك بعض التقنيات التي تستخدم تراسلاً متوازياً بـ ٨- ١٦- ٣٢- ٦٤ بت.

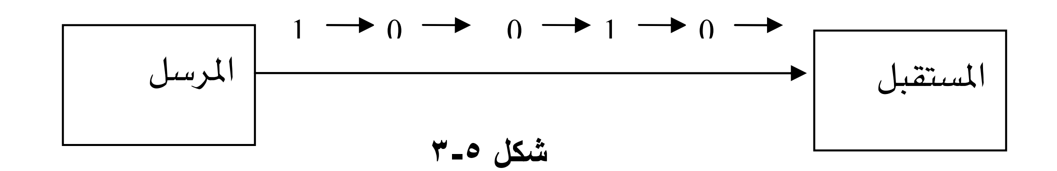


الشكل(٥-٣)

٥- ٢- ٢ طريقة التراسل المتوالية (Serial Transmission)

في هذه الطريقة يتم التراسل عن طريق إرسال مجموعة النبضات بالتتالي خلال سلك أو قناة اتصال واحدة حيث كل نبضة يتطلب لها نبضة استثارة لإرسالها فإذا كان لدينا عددn من النبضات الرقمية ويراد إرسالها بالتتالي فلابد من استخدام عددn من نبضات الاستثارة أيضا. تستخدم في بعض التطبيقات دوائر تحويل من توازي لتوالي أو توالي لتوازي في كل من المرسل والمستقبل.كما هو مبين بالشكل (٥-٣).

من مميزات طريقة التراسل المتوالية أنها بسيطة جدا وتستخدم للتراسل لمسافات بعيدة لكن يعيبها أنها ذات سرعة تراسل منخفضة.



شكل ٥-٣

في طريقة التراسل المتوالية حيث ترسل البيانات نبضة نبضة بالتتالي عبر وسط التراسل لذلك لابد من وجود درجة عالية من التناغم أو التوافق بين المرسل والمستقبل بمعنى أن تواقت أو تزامن هذه النبضات

بين المرسل والمستقبل يكون متشابهاً (معدل التراسل- وعرض النبضة- والمسافة) ولذلك فإن التراسل المتوالي يمكن تقسيمه من حيث التزامن إلى الطريق غير المتزامنة والطريقة المتزامنة.

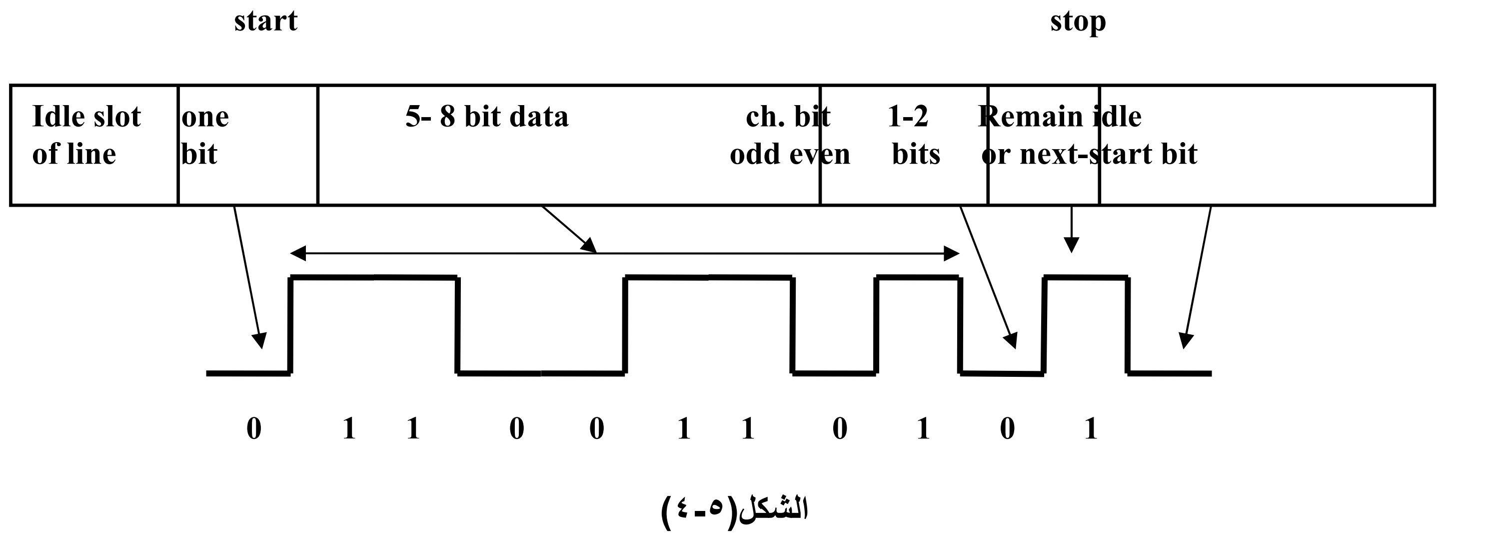
أ- طريقة التراسل غير المتزامنة (Asynchronous Transmission)

في هذه الطريقة من التراسل يتم إرسال البيانات في مجموعات غير منتظمة من الـ 0,s والـ 1,s تمثل حروفاً أو أرقاماً أو تعليمات حيث يتم تمثيل كل حرف أو رقم من ٥ إلى ٨ بت ثم يحاط ببت خاصة لتنبيه المستقبل متى تبدأ البيانات ومتى تنتهي بالإضافة إلى وجود بت للتحكم والكشف عن الأخطاء التي يمكن أن تحدث للبيانات أثناء عملية التراسل وعادة يسمى الشكل العام المكون للبت الكلية المراد إرسالها بالإطار frameالذي يتكون من:

- بداية تراسل الإطار تميز بالبت 0 بزمن قدره T_b.
- الحرف أو الرمز الذي يمثل البيانات يتكون من ٥ إلى ٨ بت.
- نهاية تراسل الإطار تميز بالبت 1 بزمن قدره من T_b إلى $2T_b$.
- وسيلة الكشف عن الأخطاء تميز بالبت 0 أو 1 حسب الطريق المستخدمة لتوليدها.

يلاحظ في هذا النوع من التراسل أنه لا يوجد تزامن على مستوى الحروف حيث إن كل حرف مستقل عن الحرف الآخر ولا يحتاج المستقبل إلى معرفة الحرف السابق لكي يحدد بداية الحرف اللاحق ولكن مع ذلك يحتاج إلى تزامن على مستوى البت الواحدة لتحديد بداية كل بت ونهايتها.

الشكل(٥- ٤) يبين توزيع البت داخل الإطار لهذا النوع من التراسل.



الشكل(٥-٤)

- كفاءة التراسل (Transmission Efficiency)

تعد طريقة التراسل غير المتزامن ذات كفاءة تراسل منخفضة نظراً للهدر أو الإهدار الحادث نتيجة إضافة بت التزامن والتحكم حيث أن جزءا كبيرا نسبيا من وقت التراسل يستخدم لإرسال بت التزامن والتحكم لذلك فهذا النوع من التراسل يمكن أن يكون أكثر فاعلية لإرسال الرسائل القصيرة بالإضافة إلي بساطته وقلة تكاليفه. يمكن تعريف كفاءة التراسل علي أنها النسبة بين عدد بت البيانات k التي يحتويها الإطار إلى عدد البت الكلية n التي يحتويها الإطار كما يلي:

Transmission Efficiency = k/n×100 %

=8/11X100% = 72.73 %

waste percentage= 100% - 72.73 % =27.27 %

ب- طريقة التراسل المتزامن (Synchronous Transmission)

لمنع الانحراف أو التزحزح الزمني بين النبضات المرسلة والمستقبلة ذات السرعات العالية وأيضا دقة تحديد بداياتها ونهاياتها فإن نبضات التوقيت أو التزامن يجب أن تتضمنها بيانات المعلومات المراد إرسالها لكي يتم التزامن بين المرسل والمستقبل. في طريقة التراسل هذه لا يتم إرسال البيانات حرفاً بل ترسل البيانات في صورة مجموعة كبيرة من الحروف تسمى Block تكون موجودة داخل الإطار حيث يتكون هذا الإطار من:

- حقل بداية الإطار مكون من ٨ بت ذات شكل مميز ويستخدم للتزامن بين المرسل والمستقبل.
- حقل التحكم مكون من ٨- ١٦ بت ويستخدم للتحكم في التراسل مثل تحديد سرعة التراسل وطلب إعادة الإرسال أو أن ذاكرة المستقبل غير مستعدة لاستقبال أي بيانات لأنه مملوء بالبيانات وغير ذلك.
- حقل بيانات المعلومات الذي يحتوي على كمية كبيرة من البت Block بدون فواصل.
- حقل اكتشاف الأخطاء مكون من ٨- ١٦ بت ويستخدم لتحليل بيانات المعلومات المستقبلة والتأكد من صحتها.
- حقل نهاية الإطار مكون من ٨ بت ذات شكل مميز ومشابه لحقل بداية الإطار ويستخدم للتنبيه عن نهاية الإطار وبداية إطار جديد.

في هذا النوع من التراسل المتزامن نجد أن المستقبل يبحث دائماً عن حقل بداية الإطار وعندما يحصل عليه كاملاً يقوم المستقبل بتحليل الإطار للحصول في النهاية على بيانات المعلومات المراد استقبالها. تعتمد طريقة التراسل المتزامن على البروتوكول (الوسائل والإجراءات) المستخدمة لتكوين الإطار وعلى نوع التراسل كما تعد طريقة التراسل هذه أكثر كفاءة وفاعلية لتراسل البيانات ذات الرسائل الطويلة والسرعات العالية حيث إن كمية بيانات المعلومات تعد كبيرة جداً مقارنة بما يضاف من بت التحكم والتنبيه واكتشاف الأخطاء في الإطار والشكل(٥- ٥) يبين توزيع حقول البت داخل الإطار لهذا النوع من التراسل.

8-bit flag (sync.)	control 8 or 16 bits	Block of Data 2400bits	Error control 8 or 16 bits	8-bit flag (sync.)

الشكل(٥-٥)

مثال:

من توزيع البت في الإطار السابق نجد أن كفاءة التراسل المتزامن يمكن إيجادها كما يلي.

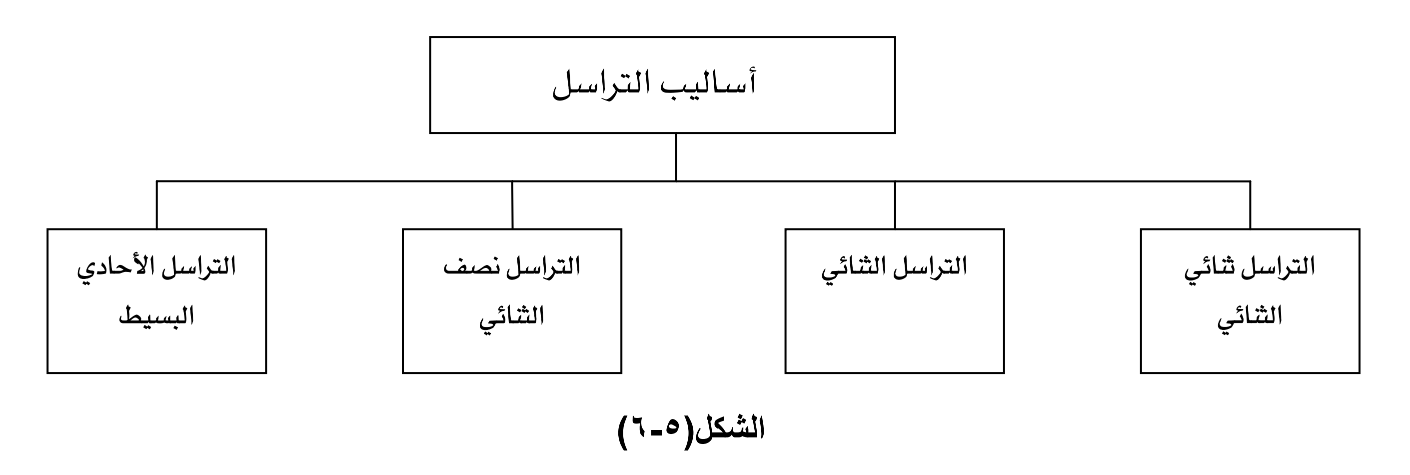
Transmission Efficiency = k/n×100 %
=2400/2432 × 100%
=98.68 %
waste percentage= 100% - 98.68% =1.32 %

مما سبق نجد أن كفاءة التراسل المتزامن أكثر فعالية من كفاءة التراسل غير المتزامن.

من البروتوكولات الهامة والمستخدمة لتراسل البيانات المتزامن البروتوكول high-level data link control protocol (HDLC).

٥- ٣ أطوار أو أساليب التراسل (Transmission Modes)

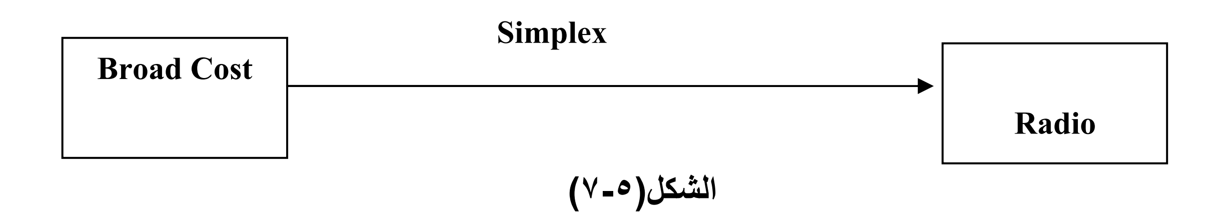
يتم تراسل البيانات عبر قنوات التراسل من المرسل إلى المستقبل بأحد الأساليب المبينة في الشكل(٥- ٦).



الشكل(٥-٦)

٥- ٣- ١ طور التراسل الأحادي البسيط (Simplex Mode)

في هذا الطور من التراسل يتم تراسل البيانات في اتجاه واحد حيث يقوم المرسل بالإرسال فقط في اتجاه واحد والمستقبل يقوم بالاستقبال فقط كما هو مبين في الشكل(٥- ٧)، مثال ذلك نظم تراسل النداء الآلي- ونظم الاستشعار عن بعد- والإرسال الإذاعي أو التلفزيوني- ولوحة مفاتيح الحاسب الآلي وغير ذلك.

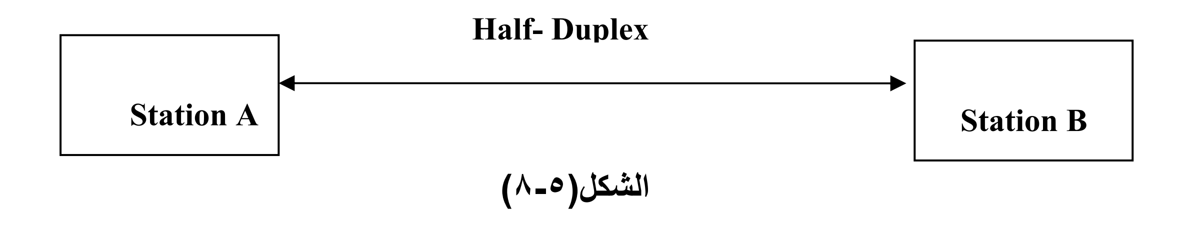


الشكل(٥-٧)

٥- ٣- ٢ طور التراسل نصف الثنائي (Half Duplex Mode -HDX)

في هذا الطور من التراسل يتم إرسال البيانات بين طرفي الاتصال في كلا الاتجاهين ولكن ليس في نفس الوقت ولكن بالتناوب أو التبادل كما هو مبين في الشكل(٥- ٨) وعادة يتطلب هذا الطور من التراسل استخدام نفس عرض النطاق الترددي لإرسال البيانات في كلا الاتجاهين مما يسمح بتوفير التكلفة في نظم التراسل وعرض النطاق الترددي لكن من عيوب هذا الطور البطء في سرعة التراسل

نظراً لعدم إمكانية الإرسال والاستقبال في نفس الوقت. من أهم تطبيقات هذا الطور من التراسل وحدات التراسل اللاسلكية التي يستخدمها رجال الشرطة والجيش والمؤسسات والشركات.



الشكل(٥-٨)

٥- ٣- ٣ طور التراسل الثنائي (Full Duplex Mode-FDX)

في هذا الطور من التراسل يتم إرسال البيانات بين طرفي الاتصال في كلا الاتجاهين في نفس الوقت لذا يتطلب هذا الطور من التراسل لنطاقي تردد أحدهما في اتجاه والآخر في الاتجاه الآخر كما هو مبين في الشكل(٥- ٩). يتميز هذا النوع من التراسل بسرعة تراسل البيانات إلا أن تكلفته أعلى نظرا لزيادة النطاقات الترددية المستخدمة وقنوات التراسل وزيادة تكلفة نظم التراسل نفسها. من أهم تطبيقات هذا الطور من التراسل نظم الهاتف السلكية واللاسلكية وشبكات الاتصالات وشبكات الحاسب.

Full- Duplex

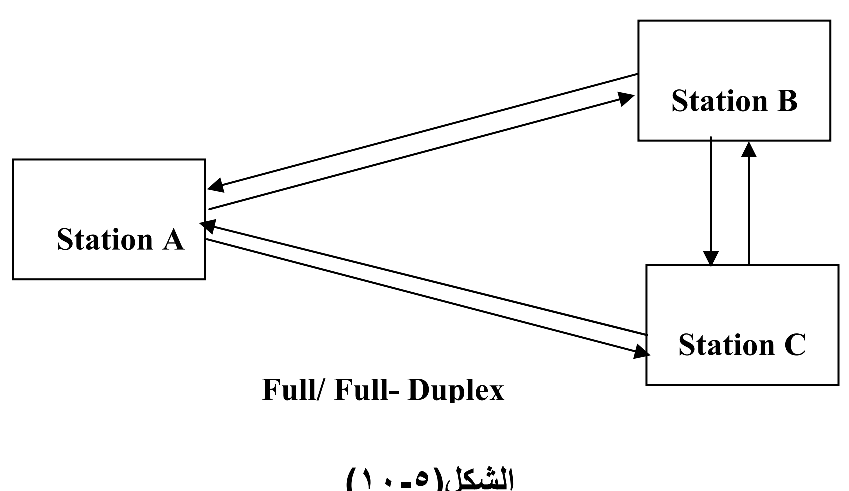
Station A

Station B

الشكل(٥-٩)

٥- ٣- ٤ طور التراسل ثنائي الثنائي (Full/Full Duplex Mode-F/FDX)

في هذا الطور من التراسل يتم التراسل في كلا الاتجاهين في نفس الوقت لكن ليس بين وحدتي اتصال فقط لكن يتم الإرسال من إحدى الوحدات إلى الوحدة الثانية لكن الاستقبال في هذه الحالة يتم من وحدة ثالثة في نفس الوقت كما يحدث في نظم إرسال البطاقات البريدية في بعض الدول الأوروبية. الشكل(٥- ١٠) يبين مخططاً لهذا النوع من أطوار التراسل.



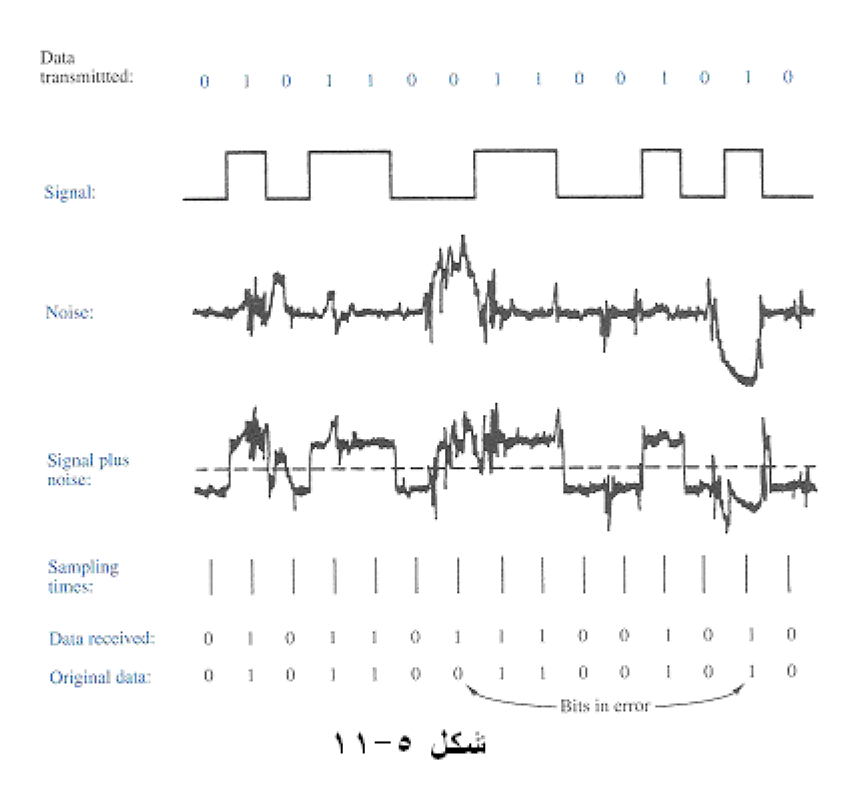
الشكل(٥-١٠)

٥- ٤ أساليب التحكم ومعالجة الأخطاء (Error Control)

نظم اتصالات البيانات يمكن أن تكون محدودة أي ممتدة لبضعة أمتار أو مركبة ومتسعة أي ممتدة لمئات أو آلاف الكيلومترات كما أن قنوات التراسل يمكن أن تكون قصيرة وبسيطة مثل قطعة من السلك أو طويلة وممتدة مثل قنوات تراسل الميكروويف أو الأقمار الصناعية أو الألياف البصرية. ونظراً للخصائص غير المثالية لأي نظام اتصال فإن معوقات التراسل التي ذكرناها سابقاً يمكن أن تؤثر على البيانات المرسلة مما يجعلها عرضة للأخطاء التي قد تحدث أثناء عملية التراسل لذلك لابد من وجود بعض الأساليب والإجراءات التي يجب اتخاذها لمعالجة هذه الأخطاء والتحكم فيها وذلك لتحسين أداء قناة التراسل و من الأسباب الأساسية لحدوث هذه الأخطاء ما يلي:

- الضوضاء (Noise).
- النطاق الترددي المحدود (Limited bandwidth).
- معدل التراسل (Bit rate).

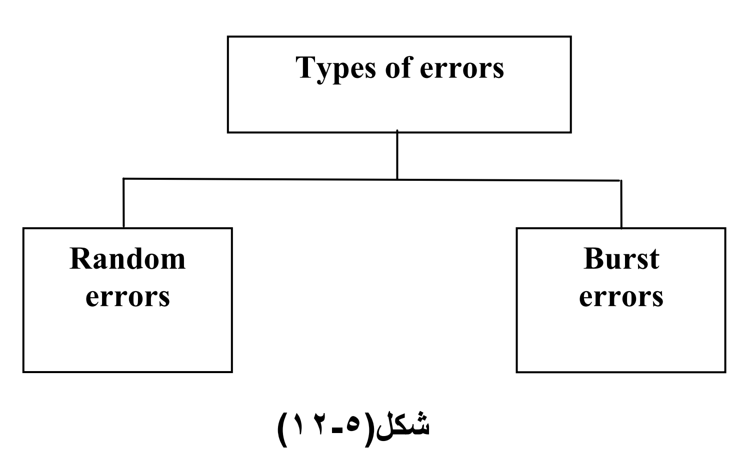
الشكل(٥- ١١) يبين تأثير الضوضاء على البيانات الرقمية المرسلة وحدوث الأخطاء في البيانات الرقمية المستقبلة.



شكل ٥-١١

٥-٤-١ أنواع الأخطاء (Types of Errors)

عند تراسل الإشارة من نقطة إلى أخري فإنها تتعرض للإشارات العشوائية أو التداخلات غير المرغوب فيها نتيجة مؤثرات حرارية أو مغناطيسية أو كهربية وبالتالي تتعرض الإشارة المرسلة لأنواع مختلفة من الأخطاء التي يبينها الشكل(٥- ١٢).



شكل(٥-١٢)

أ-   الأخطاء العشوائية (Random Errors)

حيث تظهر الأخطاء بطريقة عشوائية وفي أماكن متفرقة خلال البيانات المرسلة سواء بالطريقة المتوالية أو الطريقة المتوازية والخطا الفردي single error يمثل أحد الأمثلة للأخطاء العشوائية كما هو مبين في الشكل.

البيانات المرسلة	0	1	0	0	0	1	1	0
البيانات المستقبلة	0	1	0	1	0	1	1	0
				error				

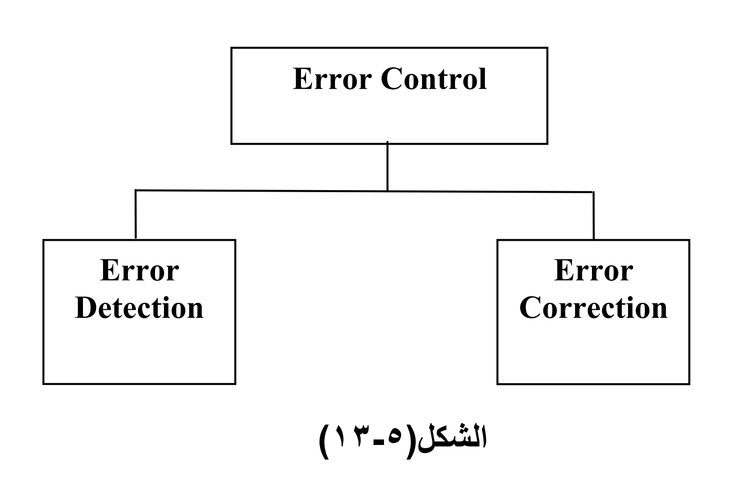
ب-   الأخطاء الحزمية (Burst Errors)

حيث تظهر الأخطاء في صورة حزمة تكون فيها الأخطاء متجاورة أو متباعدة مثال ذلك حدوث خطأين أو أكثر خلال البيانات المرسلة بالطريقة المتوالية. طول حزمة الأخطاء يقاس من أول خطأ إلي آخر خطأ خلال البيانات المرسلة مع الأخذ في الاعتبار أن بعض البت الموجودة بين أول خطأ وآخر خطأ تكون صحيحة وبدون أخطاء كما هو مبين في الشكل الذي نجد فيه طول حزمة الأخطاء يساوي خمسة بتات.

بيانات مرسلة	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
بيانات مستقبلة	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0
									error				error			

لتحسين أداء قنوات التراسل يتم اتباع عدد من الأساليب لاكتشاف الأخطاء error detection أو تصحيح الأخطاء error correction خلال البيانات المرسلة وتعتمد هذه الأساليب على إضافة عدد من البت الإضافية إلي بتات البيانات الأصلية المطلوب إرسالها ويطلق علي هذه البتات الإضافية (البت الزائدة redundant bits) أو (البت المكافئة parity bits) وعند نقطة الاستقبال يقوم جهاز الاستقبال باستخدام هذه البت المكافئة لاكتشاف أو تصحيح الأخطاء خلال البيانات إن وجدت كما هو مبين في الشكل(٥- ١٣). تستخدم دوائر الـ XOR عند المرسل للحصول على هذه البت المكافئة أو عند المستقبل لفحص البيانات المستقبلة وذلك باستخدام العمليات الرياضية المنطقية التالية:

1 + 0 = 1	0 + 1 = 1	1 + 1 = 0	0 + 0 = 0

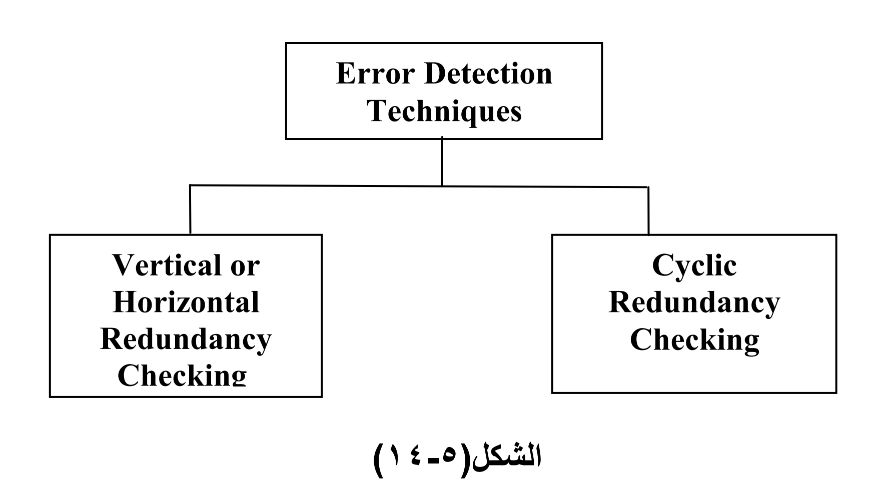


الشكل(٥-١٣)

تعتبر أساليب اكتشاف الأخطاء عموماً هي الأكثر شيوعاً واستخداماً في شبكات اتصالات البيانات وشبكات الحاسب.

٥- ٤- ٢ أساليب اكتشاف الأخطاء (Error Detection)

في جميع الأساليب التي تستخدم لاكتشاف الأخطاء لا يتم تحديد أماكن البت التي حدثت بها الأخطاء ولكن فقط تحديد ما إذا كانت البيانات المستقبلة فيها خطا أم لا. يمكن تصنيف معظم التقنيات المستخدمة في اكتشاف الأخطاء بنظم اتصالات البيانات والشبكات كما هو مبين في الشكل(٥- ١٤).



الشكل(٥-١٤)

أ- أسلوب البت المكافئة (Parity check Bit)

في هذه التقنية فإن كل حرف أو رقم ممثل بـ ٧ بت أو ٨ بت يضاف إليها بت واحدة تسمى المكافئ الفردي odd parity أو المكافئ الزوجي even parity اعتماداً على عدد الـ 1,s التي يحتويها الحرف أو الرقم الواحد (فردي أو زوجي) وفي كلتا الحالتين يقوم جهاز الاستقبال بإحصاء عدد الـ 1,s مرة أخري بالحرف أو الرقم المستقبل فإذا ما ظهر اختلاف بين البت المكافئة المرسلة والجديدة فهذا معناه وجود خطأ في الحرف المستقبل كما هو مبين في الجدول التالي ولا يمكن تصحيح هذا الخطأ. في هذا الأسلوب يتم اكتشاف الأخطاء الفردية فقط بينما لا يمكن اكتشاف الأخطاء الزوجية.

بت الحرف الأساسي	مضاف إليه البت المكافئ الفردي	مضاف إليه البت المكافئ الزوجي
1010111	1010111 0«	1010111 1«

ب- أسلوب البت الزائدة الطولي((Longitudinal Redundancy Check-LRC

في هذه التقنية يتم وضع مجموعة بت الحروف في مصفوفة عدد صفوفها يساوي عدد الحروف ثم بعد ذلك يتم إيجاد البت الزائدة أو المكافئة لكل عمود من أعمدة المصفوفة سواء بطريقة البت المكافئ الفردي أو البت المكافئ الزوجي فنحصل في النهاية على صف جديد يمثل البت الزائدة المكافئة الطولية الذي يضاف إلى صفوف بت الحروف الأصلية كما هو مبين بالمثال الذي سنورده بعد ذلك. يتم إرسال البيانات صفوفاً متتالية وفي النهاية يرسل الصف الأخير الذي يمثل البت الزائدة المكافئة التي تسمى LRC.

عند نقطة الاستقبال يقوم جهاز الاستقبال بإيجاد LRC جديدة ويقارنها بالمستقبلة فإذا كان هناك اختلاف بينهما فهذا معناه وجود خطأ بالرسالة المستقبلة. هذه التقنية تتيح اكتشاف الأخطاء الفردية والزوجية ما لم تحدث هذه الأخطاء في مواضع متناظرة من المصفوفة كما إن هذه التقنية تتيح اكتشاف الأخطاء الحزمية بطول حزمة يصل إلى طول بت الـ LRC.

مثال:

البيانات الأصلية: w1= 11100111,w2= 11011101,w3= 00111001,w4= 10101001

البيانات الأصلية بعد ترتيبها في مصفوفة:

w 1= 11100111
W2= 11011101
W3= 00111001
w4= 10101001

LRC= 10101010

البيانات الأصلية + LRC:

W1	W2	W3	W4	LRC
11100111	11011101	00111001	10101001	10101010

ت- أسلوب البت الزائدة الدوري (Cyclic Redundancy Check-CRC)

تعتمد تقنية الـ CRC علي فكرة بسيطة مفادها أن جهاز الإرسال يضيف إلي بيانات المعلومات الأصلية مجموعة من البت الزائدة والتي تنتج بطريقة تكرارية كباق من ناتج قسمة بت بيانات المعلومات الأصلية علي عدد أولي تتم اختياره بعناية من قبل هيئات المواصفات القياسية العالمية للاتصالات. وفي جهاز الاستقبال يتم قسمة البت المستقبلة كلها علي نفس العدد الأولي الذي تم استخدامه عند المرسل فإذا كان هذا الباقي الناتج من عملية القسمة يساوي صفراً فهذا معناه عدم وجود خطاء بالبت المستقبلة أما إذا كان هذا الباقي لا يساوي صفراً فهذا معناه وجود خطاء بالبت المستقبلة وقد دلت التجارب والدراسات أنه باستخدام هذه التقنية فإن حوالي ٩٩,٩٥٪ من كل الأخطاء الناتجة خلال قنوات التراسل يمكن اكتشافها.

نظرا لصعوبة متابعة الأعداد الثنائية وقراءتها فقد جرى الاصطلاح علي تمثيل تلك الأعداد بسلسلة متعددة الحدود polynomial بحيث يمثل الأس لكل حد موقع البت المقابل للعدد الثنائي ويمثل معامل الحد قيمة البت 0 أو 1 فعلى سبيل المثال:

البيانات في صورة أرقام ثنائية = D= 1 0 1 0 0 1 1 1
البيانات في صورة متسلسلة كثيرة الحدود $X^7 + X^5 + X^2 + X + 1 = D(X)$

كما إنه يتم استخدام الأعداد الأولية القياسية من قبل هيئات المواصفات العالمية الدولية لنظم الاتصالات فعلى سبيل المثال:

$CRC\text{-}12 = 1100100000011 = X^{12} + X^{11} + X^8 + X + 1$
$CRC\text{-}16 = 11000000000000101 = X^{16} + X^{15} + X^2 + 1$
$CRC\text{-} ITU\text{-}T = 10001000000100001 = X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$

المثال التالي يوضح عملية استنتاج البت الزائدة بالطريقة التكرارية.

- بيانات المعلومات: $D(X) = X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$, $D = 10110111$
- العدد الأولي : $g(x) = X^5 + X^4 + X + 1$, $g = 110011$

الحل:

البت المكافئة في صورة متسلسلة يرمز لها بـ $b(x)$، حيث $b(x)$ تساوي الباقي من قسمة $X^m \times D(x)/g(x)$ حيث m هي درجة أو أعلي أس في المتسلسلة $g(x)$ وفي نفس الوقت هي تساوي عدد البت المكافئة CRC وفي مثالنا هذا $m = 5$.

$$X^m \times D(x) = X^5 \times (X^7+X^5+X^4+X^2+X+1)$$
$$= X^{12}+X^{10}+X^9+X^7+X^6+X^5$$

ولإيجاد متسلسلة البت المكافئة نستخدم طريقة القسمة المطولة بطريقة دورية آخذين في الاعتبار طريقة الجمع أو الطرح المنطقية حتى نحصل على باقي القسمة الذي يمثل متسلسلة البت المكافئة كما يلي.

	$X^7+X^6+X^4+X^2+X+1$
X^5+X^4+X+1	$X^{12}+X^{10}+X^9+X^7+X^6+X^5$ $X^{12}+X^{11}+X^8+X^7$
	$X^{11}+X^{10}+X^9+X^8+X^6+X^5$ $X^{11}+X^{10}+X^7+X^6$
	$X^9+X^8+X^7+X^5$ $X^9+X^8+X^5+X^4$
	X^7+X^4 $X^7+X^6+X^3+X^2$
	$X^6+X^4+X^3+X^2$ $X^6+X^5+X^2+X$
	$X^5+X^4+X^3+X$ X^5+X^4+X+1
	X^3+1 = remainder = b(x) , b = 01001 = CRC

وبالتالي يمكن كتابة البيانات الكلية المرسلة في صورة متسلسلة ، $T(x)$ كما يلي:

$$T(x) = X^m \times D(x) + b(x)$$
$$= X^{12}+X^{10}+X^9+X^7+X^6+X^5+X^3+X$$

كما يمكن كتابة هذه المتسلسلة في صورة بيانات رقمية ثنائية ، T كما يلي:

T = 1 0 1 1 0 1 1 1 0 1 0 0 1 = Data + CRC

٥- ٤- ٢ أساليب تصحيح الأخطاء (Error Correction)

التقنيات التي ذكرناها سابقاً تتعلق بإمكانية اكتشاف الأخطاء خلال البيانات التي يتم استقبالها فقط ولا يمكن تصحيح هذه الأخطاء. لكن توجد تقنيات أخري تستخدم لتصحيح الأخطاء التي يتم اكتشافها لكن هذه التقنيات تعتبر أكثر تعقيداً عن تلك المستخدمة في اكتشاف الأخطاء. عدد البت المكافئة المطلوب إضافتها يعتمد على عدد البت المطلوب تصحيحها لأنه كلما زادت عدد البت المطلوب تصحيحها كلما زادت عدد البت المكافئة المطلوب إضافتها مما يجعل هذه النظم أكثر تعقيداً وغير فعالة. لهذا الغرض، فإن معظم نظم تصحيح الأخطاء محدودة لتصحيح خطأ أو خطأين أو ثلاثة أخطاء. تصحيح الأخطاء يمكن معالجته بإحدى الطرق التالية.

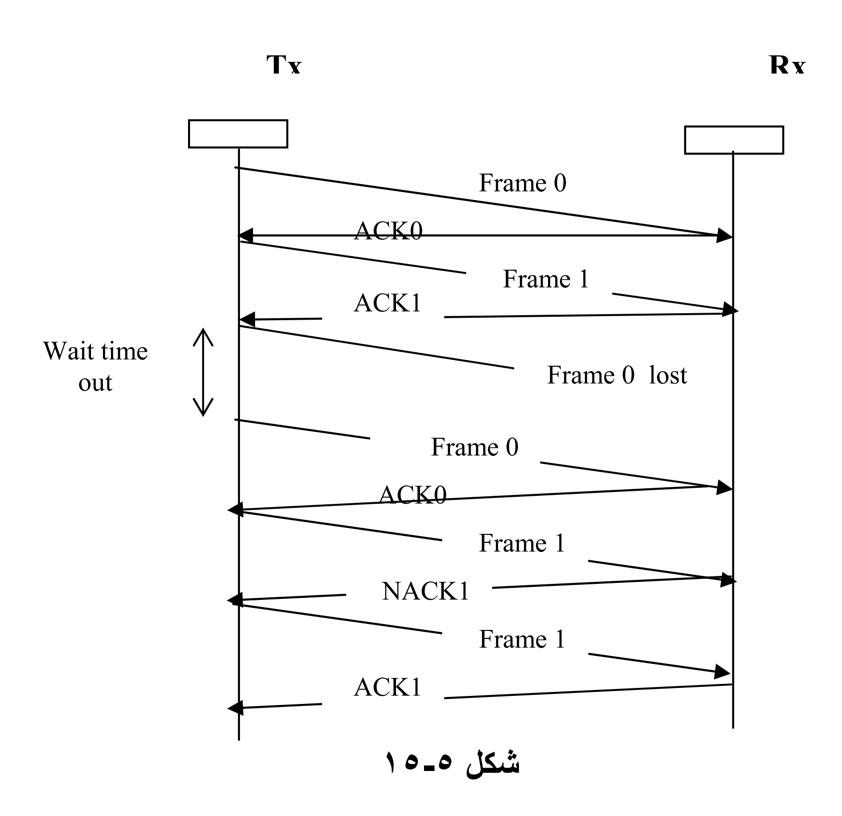
أ- أسلوب طلب إعادة الإرسال تلقائيا (Automatic Repeat Request –ARQ)

يمكن استخدام هذه التقنية عند وجود قناة تراسل إضافية لإعادة التراسل بين المستقبل والمرسل حيث ترسل أوتوماتيكياً رسالة إعادة الإرسال (ARQ) من المستقبل إلى المرسل في حالة اكتشاف أي خطأ خلال الرسالة المستقبلة فيقوم المرسل بإعادة إرسال الرسالة مرة أخرى . يمتاز هذا الأسلوب بالبساطة والفاعلية لإرسال رسائل البيانات قصيرة الطول (تقريباً من ٢٥٦ إلى ٥١٢ حرف) ومسافات التراسل القصيرة لكنه يصبح غير فعال في حالة إرسال البيانات ذات السرعات العالية وللمسافات الطويلة بين المرسل والمستقبل وذلك نظراً للهدر أو الفقد الكبير في زمن التراسل والناجم عن التوقف والانتظار لورود الرد للمرسل من المستقبل دون اتخاذ أي خطوة إيجابية للاستفادة من ذلك الوقت لإرسال بيانات أخرى. توجد عدة أنواع تستخدم تقنية الـ ARQ نذكر منها.

طريقة " الوقوف والانتظار Stop-and-Wait ARQ " التي يمكن تلخيص فكرتها كما يلي:

- يقوم المرسل بإرسال إطار البيانات محدد الرقم ثم يظل متوقفاً عن الإرسال منتظراً رد المستقبل.
- في حالة ورود الإشعار بالاستلام ACK من المستقبل للمرسل فهذا معناه أن الإطار وصل سليماً.
- في حالة ورود الإشعار بالاستلام NACK من المستقبل للمرسل فهذا معناه أن الإطار وصل للمستقبل لكن غير صحيح وعلى المرسل إعادة إرسال نفس الإطار.
- في حالة عدم ورود أي إشعار بالاستلام من المستقبل للمرسل خلال الفترة الزمنية للانتظار والتي يحددها المرسل بواسطة جهاز منبه التوقيت عندئذ يقوم المرسل بإعادة إرسال نفس الإطار الذي سبق إرساله من قبل. الفترة الزمنية للانتظار تتوقف على الفترة اللازمة لإرسال الإطار ثم فترة الانتشار ذهابا

والمطلوبة لوصول الإطار ما بين المرسل والمستقبل ثم وقت الانتشار في الاتجاه الآخر للرد بالاستلام من المستقبل للمرسل بالإضافة إلى أي فترات زمنية أخرى للمعالجة لدى جهاز الاستقبال. الشكل(٥- ١٥) يبين سلسلة الإجراءات التي ذكرناها في هذه الطريقة.



شكل ٥-١٥

ب- أسلوب تصحيح الأخطاء الأمامي(**Forward Error Correction-FEC)**

تستخدم هذه التقنية عندما لا توجد إمكانية إعادة التراسل بين المستقبل والمرسل مثال ذلك مستقبلات اتصالات الأقمار الصناعية والفضاء البعيد حيث يتم اكتشاف الأخطاء ثم تصحيحها. في هذه التقنية تتم إضافة مجموعة من البت الزائدة المكافئة إلى بت بيانات المعلومات باستخدام طرق عديدة منها طريقة الترميز الدوري cyclic code أو طريقة ترميز هامنج Hamming code وهي طرق شائعة لتصحيح خطأ واحد في الرسالة المستقبلة.

عند المستقبل يتم الحصول على حقل اكتشاف الأخطاء فإذا كان يحتوي كله على أصفار فهذا معناه عدم وجود أخطاء في الرسالة المستقبلة أما إذا كان غير ذلك فهذا معناه أن الرسالة المستقبلة يوجد بها أخطاء والتي يمكن تصحيحها عن طريق تحليل حقل الأخطاء هذا لمعرفة مكان الخطأ وبالتالي تصحيح هذا الخطأ. في طريقة هامنج لتصحيح الأخطاء يمكن وضع البت المكافئة في أماكن محددة وبالتالي

يكون حقل اكتشاف الأخطاء مناظراً للموضع الذي يوجد فيه الخطأ فمثلاً لو تم وضع البت المكافئة في الأماكن ..1,2,4,8,16, ضمن بيانات المعلومات فإنه يمكن مباشرة تحديد موضع الخطأ من حقل اكتشاف الأخطاء كما هو مبين بالمثال التالي.

مثال:

توجد علاقة بين طول الرسالة المراد إرسالها، n وطول بيانات المعلومات، k وعدد البت المكافئة، m كما يلي:

$$n = m + k = 2^m - 1$$

بفرض m = 3 فإن:

$$n = 2^m - 1 = 2^3 - 1 = 7$$

$$k = n - m = 7 - 3 = 4 \text{ bits}$$

طول حقل اكتشاف الأخطاء = عدد البت المكافئة = 3 .

في هذه الحالة يتم وضع البت المكافئة في الأماكن 1,2,4 وبيانات المعلومات في الأماكن 3,5,6,7 كما يلي:

d d d m d m m

7 6 5 4 3 2 1

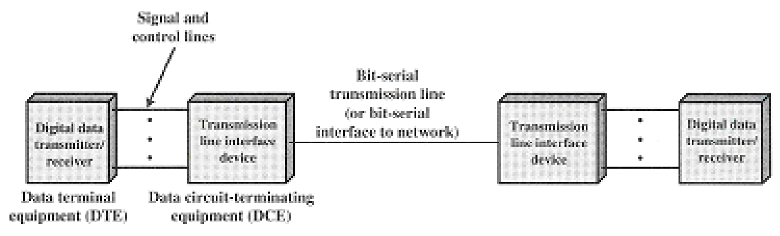
حقل اكتشاف الأخطاء ممثل بثلاث بت في العمود الأيمن يمكن تحليله كما يلي:

000	لا يوجد خطأ في الرسالة المستقبلة
001	يوجد خطأ في البت رقم 1
010	يوجد خطأ في البت رقم 2
011	يوجد خطأ في البت رقم 3
100	يوجد خطأ في البت رقم 4
101	يوجد خطأ في البت رقم 5
110	يوجد خطأ في البت رقم 6
111	يوجد خطأ في البت رقم 7

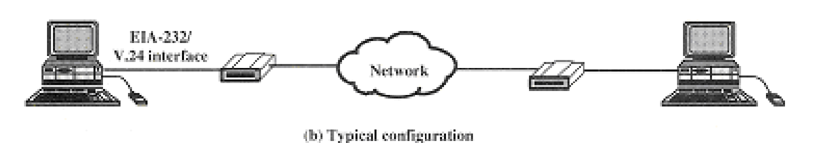
٥- ٥ تنظيم المواجهة بقنوات تراسل البيانات (Interfacing)

في نظم اتصالات البيانات والشبكات نجد أن معظم وحدات معالجة البيانات الرقمية محدودة الإمكانيات من حيث سرعة التراسل (محدودة التزامن – والتحكم – والمسافة) كما إننا من النادر أن نجد تلك الوحدات (حاسبات – وطابعات – ووحدات طرفية – إلخ) مربوطة مباشرة بنظم التراسل أو الشبكات.

لذلك فإنه عند ربط الأجهزة أو الوحدات التي تصدر عنها البيانات الرقمية بقناة تراسل البيانات أن يتم هذا الربط من خلال بوابة مواجهة Interface بين هذه الأجهزة وبين وحدات خاصة تقوم بتجهيز أو تشكيل البيانات الرقمية ووضعها في شكل ملائم للإرسال عبر قناة التراسل ويطلق علي هذه التجهيزات أو الوحدات مسمى " وحدات دوائر البيانات (Data Circuit Equipment (DCE" ووظيفتها التعديل والكشف وتنظيم سريان البيانات والتحكم فيها وتوفير إشارات التحكم والتزامن وغير ذلك من العمليات التي تساعد على إرسال واستقبال البيانات بأمان ووضوح وسرية ومن أمثلة هذه الوحدات جهاز المودم وأجهزة المعالجة الرقمية وغير ذلك. أما الأجهزة أو الوحدات التي تصدر عنها تلك البيانات الرقمية كأجهزة الحاسب ومحطات العمل الرقمية ووحدات استشعار البيانات وما نحوها فيطلق عليها مسمى "وحدات البيانات الطرفية (Data Terminal Equipment (DTE " ولكي يكون هناك تفاعل جيد أو جودة تراسل بين وحدات نظم اتصالات البيانات والشبكات فإن الوحدات DCE, DTE الموجودة عند نقطة الإرسال لابد أن يكون لها نظير عند طرف الاستقبال كما هو مبين في الشكل(٥- ١٦).



(a) Generic interface to transmission medium



(b) Typical configuration

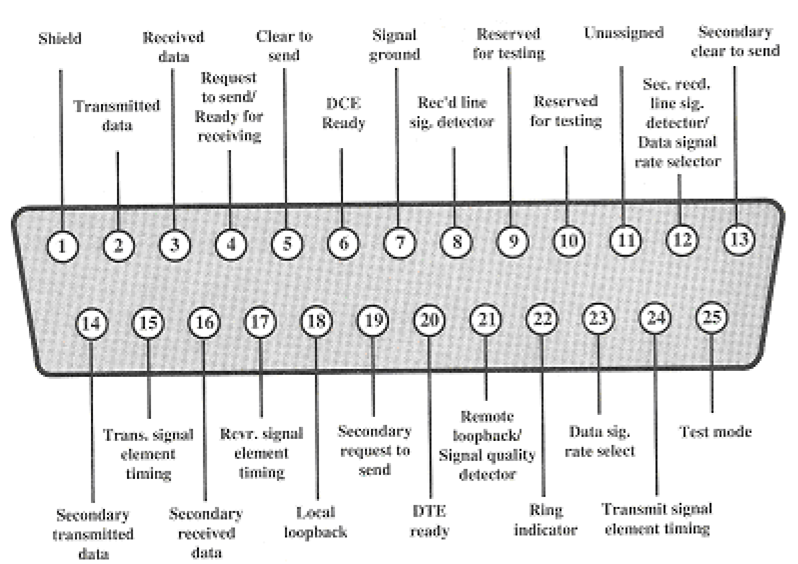
Data Communications Interfacing

شكل ٥-١٦

لضمان تنظيم سريان الإشارات المعبرة عن بيانات المعلومات وإشارات التحكم والتزامن وغير ذلك من الوحدة DTE إلى الوحدة DCE فإنه لابد من وجود وسيلة للربط بينهما تسمى نافذة أو بوابة المواجهة(Interface Port) وعند اختيار إحدى هذه البوابات فلابد من الأخذ في الاعتبار المواصفات الأربع التالية:

أ- المواصفات الميكانيكية (Mechanical Characteristics)

تحدد المواصفات الميكانيكية كل ما يتعلق بالجانب الميكانيكي للمنفذ مثل شكل المنفذ (المستطيل- أو الدائري- أو الذكر- أو الأنثى- أو عدد دبابيس التوصيل) وعدد الأسلاك ونوع الأسلاك بالكيبل ووسيلة التثبيت أو الربط وغير ذلك.



Pin Assignments for V.24/EIA-232 (DTE Connector Face)

شكل ٥-١٧

ب- المواصفات الكهربية (Electrical Characteristics)

المواصفات الكهربية تحدد الجوانب ذات العلاقة في الأمور الكهربية مثل سرعة التراسل والجهد الكهربي للنبضة المرسلة وجهد الأرضي وكيفية تمثيل (ترميز) الإشارات الكهربية الرقمية المرسلة وإشارات التحكم وغير ذلك. لذلك لابد أن يكون هناك توافق بين الـ DTE والـ DCE من حيث هذه المواصفات.

ت- المواصفات الوظيفية (Functional Characteristics)

المواصفات الوظيفية تحدد المهام أو الوظائف الخاصة بالتوصيلات (الأسلاك) الموجودة في المنفذ أو البوابة مثال ذلك تخصيص توصيلات للإرسال وأخرى للاستقبال وتوصيلة للتحكم وأخرى للتزامن وتوصيلة لإعادة التراسل وأخرى للاختبار وغير ذلك.

ث- المواصفات الإجرائية (Procedural Characteristics))

المواصفات الإجرائية تحدد كيفية إجراء أو تنفيذ هذه المهام أو الوظائف مثل كيفية إجراء عمليات تبادل البيانات عبر المنفذ والتهيئة لبدء التراسل وتحديد كيفية إنهاء أو فصل الاتصال وكيفية العمل في حالة اختبار المنفذ أو حدوث إجراء غير متوقع وغير ذلك مثل إرسال البيانات من وحدة الحاسب إلى وحدة المودم عبر المنفذ أو البوابة.

توجد عدة منافذ أو بوابات ذات مواصفات قياسية مدعومة من الهيئات الدولية للمواصفات منها جمعية الصناعات الإلكترونية Electronic Industries Association (EIA) وجمعية الاتصالات الدولية International Telecommunication Union- Telecommunication Standards Committee(ITU-T) ومن أمثلة هذه المنافذ المنفذ EIA-232 وتسمى أيضاً RS-232 وتستخدم وحدات الـ DTE ووحدات الـ DCE. الجدول التالي يبين مواصفات هذا المنفذ أو البوابة.

V.24/EIA-232-F Interchange Circuits

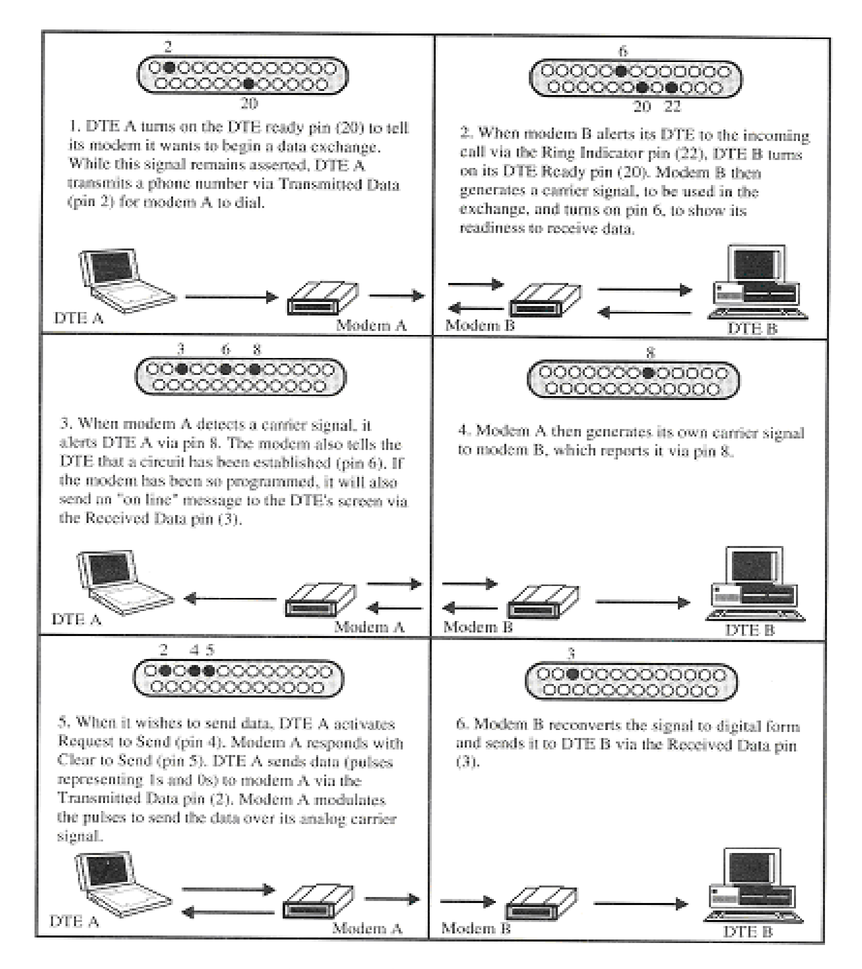
V.24	EIA-232	Name	Direction To:	Function
		DATA SIGNALS		
103	BA	Transmitted data	DCE	Transmitted by DTE
104	BB	Received data	DTE	Received by DTE
118	SBA	Secondary transmitted data	DCE	Transmitted by DTE
119	SBB	Secondary received data	DTE	Received by DTE
		CONTROL SIGNALS		
105	CA	Request to send	DCE	DTE wishes to transmit
106	CB	Clear to send	DTE	DCE is ready to receive; response to Request to send
107	CC	DCE ready	DTE	DCE is ready to operate
108.2	CD	DTE ready	DCE	DTE is ready to operate
125	CE	Ring indicator	DTE	DCE is receiving a ringing signal on the channel line
109	CF	Received line signal detector	DTE	DCE is receiving a signal within appropriate limits on the channel line
110	CG	Signal quality detector	DTE	Indicates whether there is a high probability of error in the data received
111	CH	Data signal rate selector	DCE	Selects one of two data rates
112	CI	Data signal rate selector	DTE	Selects one of two data rates
133	CJ	Ready for receiving	DCE	On/off flow control
120	SCA	Secondary request to send	DCE	DTE wishes to transmit on reverse channel
121	SCB	Secondary clear to send	DTE	DCE is ready to receive on reverse channel
122	SCF	Secondary received line signal detector	DTE	Same as 109, for reverse channel
140	RL	Remote loopback	DCE	Instructs remote DCE to loop back signals
141	LL	Local loopback	DCE	Instructs DCE to loop-back signals
142	TM	Test mode	DTE	Local DCE is in a test condition
		TIMING SIGNALS		
113	DA	Transmitter signal element timing	DCE	Clocking signal; transitions to ON and OFF occur at center of each signal element
114	DB	Transmitter signal element timing	DTE	Clocking signal; both 113 and 114 relate to signals on circuit 103
115	DD	Receiver signal element timing	DTE	Clocking signal for circuit 104
		GROUND		
102	AB	Signal ground/common return		Common ground reference for all circuits

الشكل(٨- ١٨)

٥- ٦ وحدة المودم (Modem Unit)

تعد شبكات الهاتف من أوسع شبكات الاتصال انتشاراً وذلك لتوفير سبل الاتصال للمنازل والشركات والمؤسسات والمصانع والأفراد ، ولزيادة فاعلية هذه الشبكات فقد صار من الأهمية الاستفادة من هذه الشبكات لإرسال الإشارات الرقمية الصادرة من الوحدات الرقمية والحاسبات وحيث إن شبكات الهاتف تستخدم أساساً لتراسل المحادثات الهاتفية والتي تعد إشارات تماثلية ، لذلك عند استخدام هذه الشبكات لتراسل الإشارات الرقمية فإنه لابد من تحويل هذه الإشارات الرقمية إلى إشارات تماثلية عن طريق دوائر التعديل التي تم ذكرها سابقاً للحصول على إشارات مناسبة لوسط تراسل شبكات الهاتف وعند الاستقبال تتم العملية العكسية لاستعادة الإشارة الرقمية الأصلية من الإشارة التماثلية المستقبلة ويطلق على الجهاز أو الوحدة التي تقوم بهاتين العمليتين بجهاز المودم (معدل- كاشف) والذي يسمى DCE.

تربط عادة أجهزة المودم بأجهزة الحاسبات في نقطة الإرسال أو الاستقبال عن طريق فتحة خاصة بجهاز الحاسب لإرسال الإشارات الرقمية يطلق عليها " بوابة التوصيل المتوالي" كما يتم ربط المودم بشبكة الهاتف عن طريق فتحة التوصيل المعتادة للهاتف وبالتالي يحقق جهاز المودم إمكانية التوصيل بين أجهزة الحاسبات المتباعدة عبر الشبكة الهاتفية كما هو مبين في الشكل(٥- ١٩).



الشكل(٥- ١٩)

وللتحكم بجهاز المودم يتم ذلك عن طريق تنفيذ برنامج خاص للاتصالات الهاتفية علي جهاز الحاسب ويقوم هذا البرنامج بإعطاء التعليمات والأوامر المطلوبة لإرسال واستقبال البيانات بين الشبكة الهاتفية والمودم وإجراء عمليات المخاطبة بين الحاسب والمودم.

وبالإضافة إلى قيام جهاز المودم بأعمال التعديل والكشف فإنه يقوم بأعمال أخري مساعدة مثل طلب رقم الهاتف لجهاز الحاسب المستقبل ومراجعة الأخطاء التي قد تحدث أثناء عملية التراسل وغير ذلك. ويمكن تصنيف أجهزة المودم إلى:

- أجهزة المودم المتزامن:

حيث يمكن استخلاص نبضات التزامن من الإشارة المستقبلة وفي هذا النوع تستخدم نظم التعديل الرقمية PSK- QAM كما تستخدم هذه الأجهزة في سرعات التراسل المتوسطة والعالية.

- أجهزة المودم غير المتزامن:

حيث تحتاج هذه النظم لنبضات تزامن مستقلة ونظم التعديل الرقمية FSK كما تستخدم هذه النظم في سرعات التراسل المنخفضة.

٥- ٦- ١ الأنظمة القياسية لأجهزة المودم

تم تحديد المواصفات القياسية لأجهزة المودم من قبل الهيئات العالمية فيما يتعلق بنوع التعديل المستخدم وسرعة التراسل القصوى وترددات الموجة الحاملة وعرض النطاق الترددي وطور التراسل وأي خصائص إضافية أخري خاصة بالمودم مثل ضغط البيانات أو الترميز أو تحديد سرعة التراسل بما يتناسب مع جودة الإرسال واكتشاف الأخطاء التي قد تحدث أثناء عملية التراسل وغير ذلك ومن أشهر هذه الأنظمة ما يلي.

أ- مواصفات شركة بل **Bell** الأمريكية

تعتبر شركة بل من كبريات شركات الهاتف على مستوى العالم والصانعة في هذا المجال. وعادة يشار إلى مواصفات هذا النوع برقم عددي يبين نوع المودم مثل 103 أو 202 أو 209 كما هو مبين في الجدول.

Modem Series	Line Facility	Operating Mode	Synchronization Mode	Modulation Type	Max. Bit Rate
103	Dail-up	FDX	Asynchronous	FSK	300 b/s.
202 S	Dail-up	HDX	Asynchronous	FSK	1200 b/s.
202 T	Private	HDX/FDX	Asynchronous	FSK	1800 b/s.
209 A	Private	HDX/FDX	Synchronous	16-QAM	9.6k.b/s.
209 B	Dail-up	HDX	Synchronous	16-QAM	9.6 k.b/s.

ب- مواصفات اتحاد الاتصالات العالمي **CCITT** لجنة الاتصالات **ITU-T**

هذه اللجنة تعتبر إحدى اللجان التابعة لمنظمة الأمم المتحدة. وعادة يشار إلى مواصفات هذا النوع بالحرف V للإشارة بأنها مواصفات خاصة بأجهزة تراسل البيانات ويلي الحرف V رقم عددي يحدد نوع المواصفة مثل V.29 أو V.34 كما هو مبين في الجدول.

Recommendation	Description
V.29	9600 b/s – FDX – Leased Circuits
V.32	9600 b/s – FDX – Leased Circuits + Echo Supression
V.33	14.4 k.b/s – FDX – Leased Lines
V.34	(V.fast) ITU- 28.8 k. b/s Standard
V.39	(V.fast) ITU- 56 k. b/s Standard

أسئلة الوحدة الخامسة

أجب عن الأسئلة الآتية:

س١ : أختار الإجابة الصحيحة.

أ- في طرق التراسل الـ .... ، ترسل البت كلها في وقت واحد حيث كل بت لها شلكها الخاص.
- المتوالي غير المتزامن.
- المتوالي المتزامن.
- التوازي.
- المهجن.

ب- في طرق التراسل الـ .... ، حقلاً البداية والنهاية يكونان متساويين في عدد البت ومتشابهين.
- المتوالي غير المتزامن.
- المتوالي المتزامن.
- التوازي.
- الإجابة الأولى والثانية.

ت- تراسل البيانات يمكن تنفيذها بثلاثة أطوار أساسية هي:
- توصيل مباشر- داخلي- صوتي.
- توصيل مباشر- صوتي- بسيط.
- بسيط- نصف ثنائي- ثنائي كامل.
- بسيط- صوتي- ثنائي كامل.

ث- أي طريقة لكشف الأخطاء تستخدم بت مكافئة واحدة لكل حرف.
- VRC.
- LRC.
- CRC.
- كل الإجابات السابقة.

ج- إذا تم إرسال الحرف 1110111 ثم استقبل كحرف آخر 1101111 فنوع الخطاء هو.
- خطأ واحد.
- متعدد الأخطاء.
- أخطاء حزمية.
- كل هذه الإجابات.

ح- في حالة اكتشاف الأخطاء بطريقة المتسلسلة كثيرة الحدود فإن CRC تمثل.
- المقسوم عليه.
- ناتج القسمة.
- الباقي.
- لا توجد إجابة صحيحة.

خ- إذا كانت وحدة بيانات المعلومات هي 111111 والمقسوم عليه هو 1010 فإن المقسوم هو.
- 111111000
- 1111110000
- 111111
- 1111111010

س٢: رسالة مكونة من ٢٤٠ حرف، كل حرف تم تمثيله ببايت واحد. ارسم إطارا واحدا في حالة التراسل غير المتزامن ثم ارسم الإطار في حالة التراسل المتزامن. أوجد كفاءة التراسل في كل حالة.

س٣: إذا تم استقبال البيانات التالية 01101011 ، وكان نظام إضافة البت المكافئة هو النظام الزوجي. اختبر هذه البيانات .

س٤: إذا تم استقبال الرسالة التالية 11011011 11010000 01001111 10010101 ، وكان نظام إضافة البت المكافئة هو النظام LRC الزوجي. اختبر هذه الرسالة.

س٥: إذا تم استقبال البيانات التالية 11001100111 حيث استخدمت طريقة هامنج للترميز وكان حقل اكتشاف الخطاء هو 0101. حدد البت التي فيها الخطأ ثم أعد كتابة البيانات بعد تصحيحها.

س٦: ما هو المنفذ أو البوابة؟ وما وظيفته؟ وما المواصفات التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند اختيار هذا المنفذ؟

اتصالات البيانات والشبكات

التعدد (Multiplexing)

الوحدة السادسة: التعدد (Multiplexing)

الجدارة:

التعرف على طرق التعدد المختلفة الغرض من استخدامها في عمليات التراسل المختلفة.

الأهداف:

عندما تكتمل هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً بإذن الله على:

١- تعريف التعدد والتعرف على أنواعه.

٢- التعرف على التعدد بتقسيم التردد واستخداماته.

٣- التعرف على التعدد بتقسيم الزمن وأنواعه واستخداماته.

٤- التعرف على التعدد بتقسيم الموجة واستخداماتها.

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب على محتويات هذه الوحدة: ثلاث ساعات.

الوسائل المساعدة:

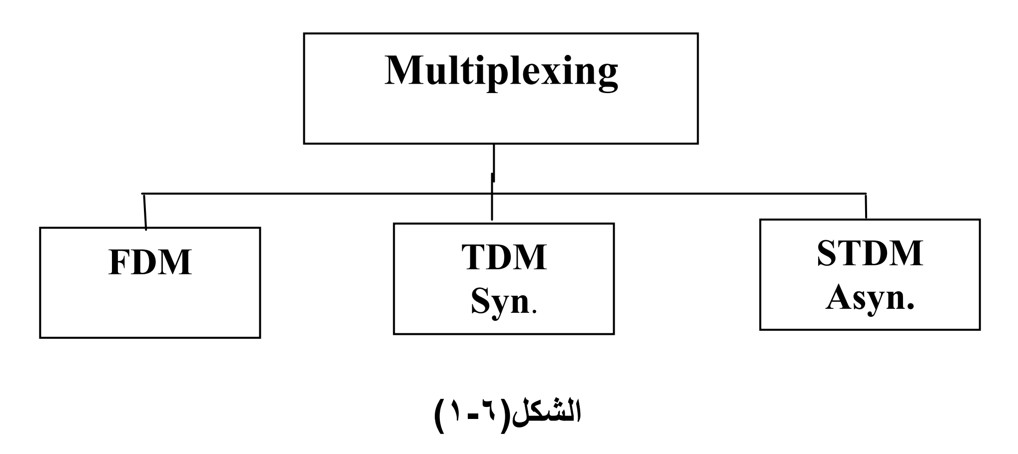
تنفيذ التدريبات العملية في المعمل.

متطلبات الجدارة:

اجتياز جميع المقررات السابقة.

٦- ١ مقدمة

عندما تكون سعة قناة التراسل التي تربط بين وحدتين أكبر من معدل تراسل هذه الوحدات فإن هذا يعتبر فقداً في سعة قناة التراسل هذه وعدم استخدامها بكامل كفاءتها وللتغلب على ذلك فإنه يمكن أن تشترك في تراسل هذه القناة أكثر من إشارة للحصول على أقصى كفاءة لاستخدام قناة التراسل هذه وتسمى هذه العملية بالتعدد أو تضاعف التراسل (Multiplexing). التضاعف أو تعدد الإرسال للإشارات (سمعية مرئية- و بيانات – الخ) يعني إرسال عدة إشارات من مصادرها المختلفة إلى عدة أماكن للوصول إلى (مستقبلات) بطريقة منتظمة أو غير منتظمة خلال قناة تراسل واحدة. قناة التراسل ذات النطاق الترددي العالي التي أو سعة القناة العالية يمكن أن تكون كيبلات محورية أو خطوط الألياف البصرية أو خطوط تراسل الميكروويف الراديوي أو الأقمار الصناعية.و توجد عدة تقنيات تستخدم لإتمام عملية التعدد كما هو مبين في الشكل(٦- ١) والتي من نتائجها زيادة كفاءة التراسل.



الشكل(٦-١)

٦- ٢ التعدد بتقسيم التردد (Frequency Division Multiplexing -FDM)

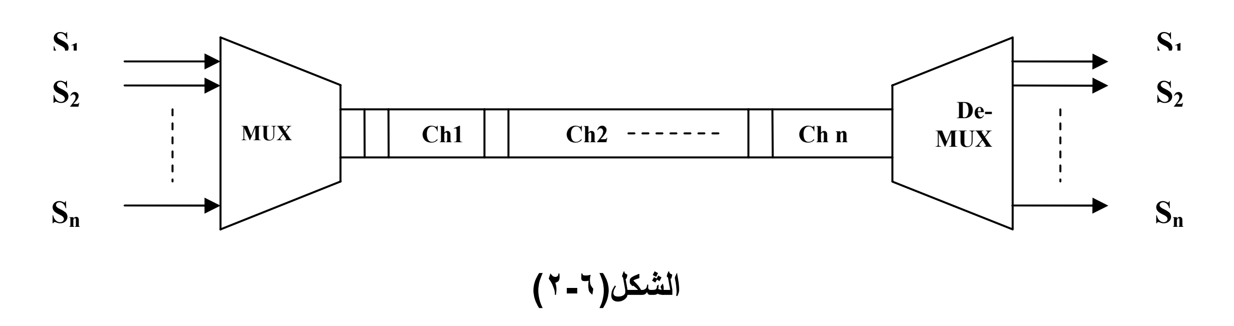
التعدد بتقسيم التردد تقنية تماثلية تستخدم عندما يكون النطاق الترددي لقناة التراسل يزيد أو يتجاوز النطاقات الترددية للإشارات المراد إرسالها مجتمعة أي إن:

نطاق التردد لقناة التراسل هو:

$$B.W_{ch.} \geq B.W_1 + B.W_2 + B.W_3 + - - - - - + B.W_n$$

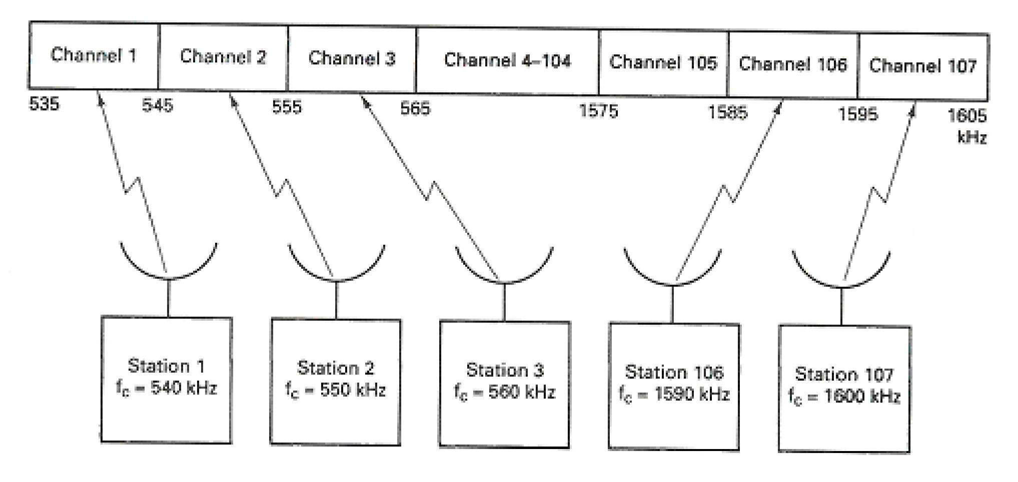
في هذه التقنية فإن عدة مصادر للإشارات التماثلية كل منها ربما تشغل نفس الطيف الترددي يمكن تحويلها إلى نطاقات ترددية مختلفة وإرسالها كلها بالتعاقب على قناة تراسل واحدة كما يحدث عند إرسال عدة مكالمات هاتفية على خط إرسال واحد.

نظم تقنية التعدد بتقسيم التردد كما ذكرنا سابقاً هي نظم تماثلية حيث إن إشارتي دخل وخرج جهاز التعدد وأيضاً الإشارة المرسلة خلال قناة التراسل كلها إشارات تماثلية. أما إذا كانت الإشارات المراد إرسالها رقمية فلابد أن تتحول أولاً إلى إشارات تماثلية بواسطة عمليات التعديل المختلفة كذلك لا يمكن إرسال الإشارات التماثلية الأصل ذات النطاقات الترددية المتشابهة كالمكالمات الهاتفية بصورة مباشرة لأنه لا يمكن فصلها عن بعضها أبداً. لذلك لابد من تعديل كل إشارة من هذه الإشارات (تعديلا سعوياً) بترددات حاملة مختلفة عن بعضها البعض ولمنع أي تداخل بين هذه الإشارات المعدلة أثناء التراسل فإنه يتم فصل كل إشارة عن الأخرى عن طريق فاصل ترددي كما هو مبين في الشكل(٦- ٢). ولاستقبال أي إشارة من هذه الإشارات فإنه يتم ضبط المستقبل على تردد الإشارة المعدلة المحددة ثم يتم استخلاص الإشارة الأصلية بعد ذلك عن طريق عمليات الكشف.



الشكل(٦-٢)

من الأمثلة الشائعة لنظم التعدد بتقسيم التردد، نظم تراسل البث الإذاعي التجاري ذات التعديل الاتساعي الذي يمتد من ٥٣٥ ك.هرتز إلى ١٦٠٥ ك. هرتز والشكل(٦- ٣) يبين مخططاً لهذا النظام. كما يمكن استخدام تقنية التعدد بتقسيم التردد عن طريق كيبلات الإرسال التلفاز ي (CATV) حيث تستخدم الكيبلات المحورية ذات النطاق الترددي الكلي ٥٠٠ ميجا هرتز لإرسال عدة قنوات تلفازية بنطاق ترددي ٦ ميجا هرتز تقريباً لكل قناة تليفزيونية.



Frequency-division multiplexing commercial AM broadcast band stations

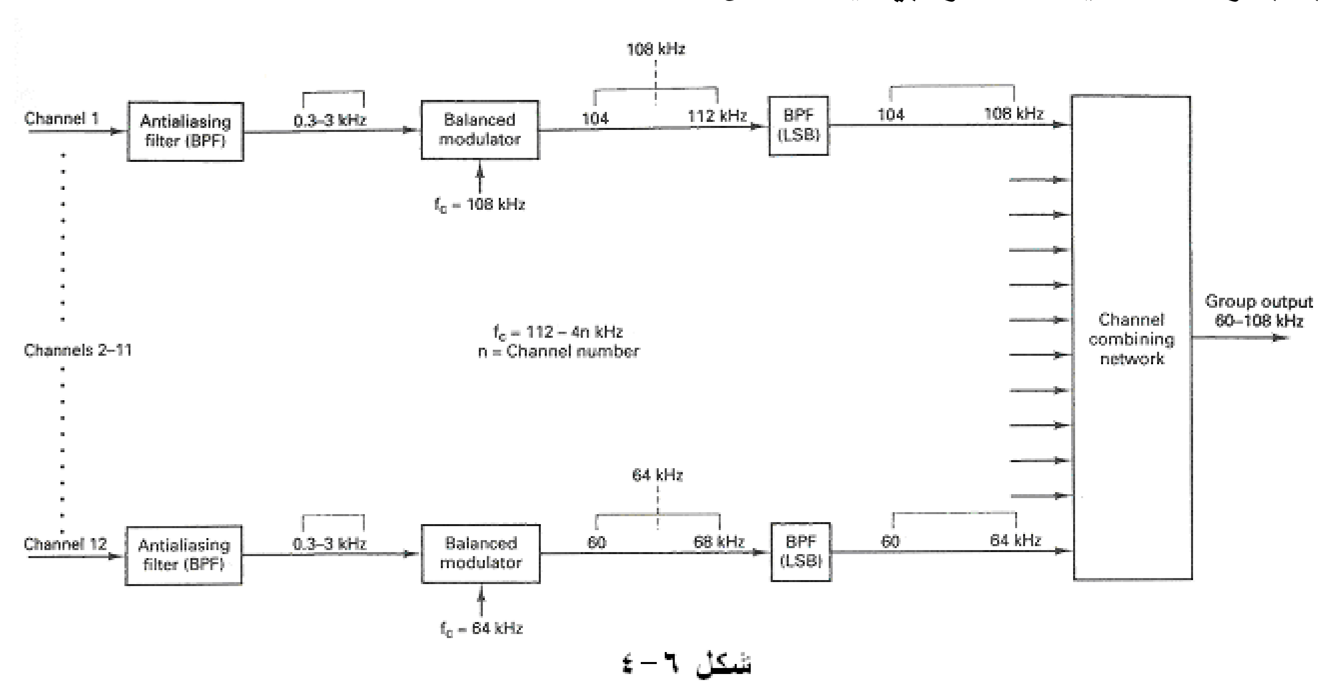
شكل ٦-٣

٦- ٢- ١ نظم التعدد بتقسيم التردد الحاملة (FDM Carrier Systems)

بدأ استخدام نظم التراسل الحاملة بعيدة المدى في الثلاثينات من القرن العشرين لإرسال المكالمات الهاتفية خلال قنوات التراسل عالية السعة مثل الكيبلات المحورية أو خطوط الميكروويف. من التقنيات الشائعة الاستخدام على مستوى العالم تلك التقنية التي قامت بتصميمها الشركة الأمريكية للهاتف والتلغراف AT&T والذي يتكون مخططها العام من عدة مستويات أو مجموعات سنوجزها فيما يلي مع أنه توجد تقنيات أخرى مثال ذلك تلك التقنية التي دعمتها جمعية الاتصالات الدولية ITU-T والمستخدمة في الدول الأوروبية وبعض الدول الأخرى لكننا سنقتصر في شرحنا على النظام السابق ذكره.

أ- المجموعة الأساسية (Basic Group)

المستوى الأول من المخطط العام لـ AT&T-FDM يسمى المجموعة الأساسية التي تتكون من ١٢ قناة هاتفية (كل منها ذات نطاق ترددي قدره ٤ ك. هرتز تقريباً) يتم تعديل كل منها اتساعياً بنظام AM-SSB بموجات حاملة مختلفة في النطاق من ٦٠ ك. هرتز إلى ١٠٨ ك. هرتز بنطاق ترددي قدره ٤٨ ك. هرتز المقسم إلى ١٢ جزء بعدد القنوات الهاتفية المراد إرسالها بأسلوب التعدد لتكون ما يسمى بالمجموعة الأساسية كما هو مبين في الشكل(٦- ٤).



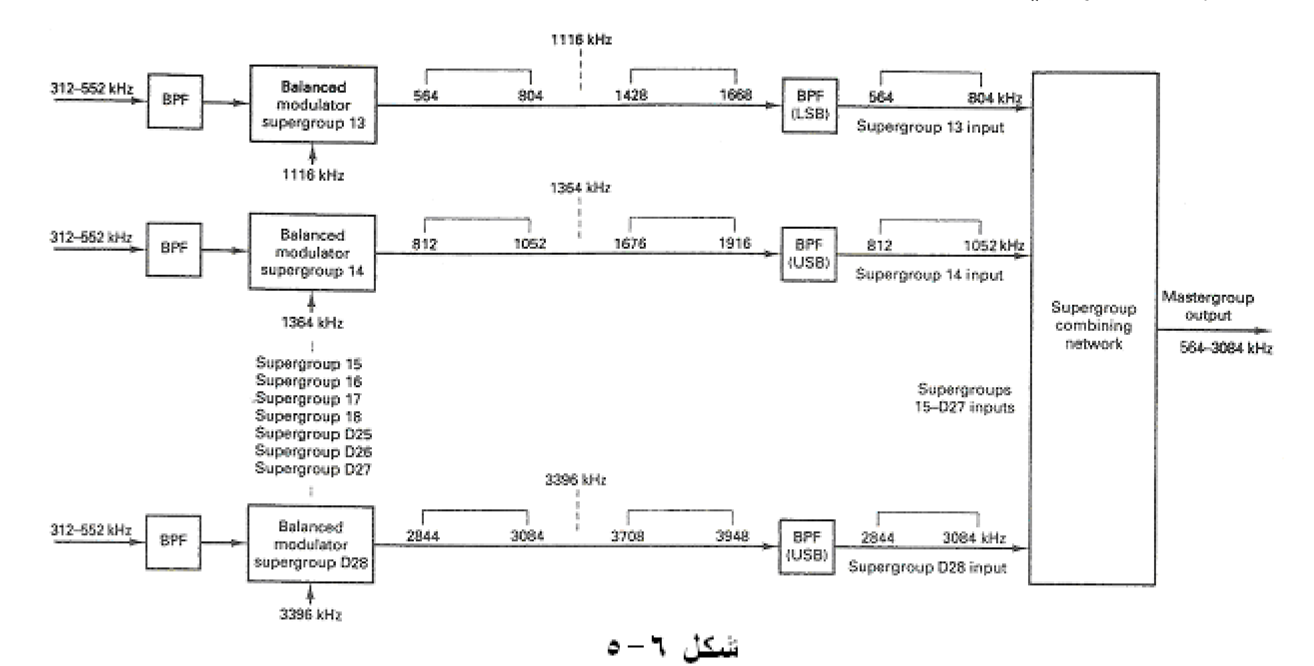
شكل ٦ – ٤

ب- المجموعة السوبر (Super Group)

المستوى الثاني من المخطط العام لـ AT&T- FDM يسمى المجموعة السوبر حيث يتكون من خمس مجموعات أساسية (٦٠ قناة هاتفية) يتم تعديلها أيضاً بنظام AM-SSB بموجات حاملة مختلفة في النطاق من ٤٢٠ ك. هرتز إلى ٦١٢ ك.هرتز بنطاق ترددي قدره ٢٤٠ ك. هرتز مقسم إلى خمسة أجزاء كل منها ذات نطاق ترددي قدره ٤٨ ك. هرتز. كما يمكن إرسال أي بيانات رقمية ذات سرعات متوسطة تصل إلى ٥٠ ك. بت/ث بعد تعديلها اتساعياً لتصبح إشارة تماثلية ملائمة لوسط التراسل. وتضم هذه المجموعات الخمسه المعدلة معاً لتكون ما يسمى بالمجموعة السوبر.

ت- المجموعة الماستر(Master Group)

المستوى الثالث من المخطط العام لـ AT&T-FDM يسمى المجموعة الماستر التي تتكون من عشر مجموعات من مجموعات السوبر (٦٠٠ قناة هاتفية) يتم تعديلها أيضاً بنظام AM-SSB بموجات حاملة مختلفة في النطاق من ٥٦٤ ك. هرتز إلى ٣٣٢٤ ك. هرتز بنطاق ترددي قدره ٢٥٢٠ ك. هرتز (٢٤٠٠ ك. هرتز + ١٢٠ ك. هرتز) مقسم إلى عشرة أجزاء كل منها ذات نطاق ترددي قدره ٢٥٢ ك. هرتز. كما يمكن إرسال أي بيانات رقمية ذات سرعات عالية تصل إلى ٢٥٠ ك. بت/ث بعد تعديلها اتساعياً لتصبح إشارة تماثلية ملائمة لوسط التراسل. تضم هذه المجموعات العشر المعدلة معاً لتكون ما يسمى بالمجموعة الماستر كما هو مبين في الشكل (٦- ٥) .



شكل ٦ – ٥

ث- المجموعة الجامبو (Jumbo Group)

المستوى الرابع من المخطط العام لـ AT&T-FDM يسمى المجموعة الجامبو التي تتكون من ست مجموعات من مجموعات الماستر (٣٦٠٠ قناة هاتفية) يتم تعديلها اتساعياً بنظام AM-SSB بموجات حاملة مختلفة في النطاق من ٣,٥٦٤ ميجا هرتز إلى ٢٠,٥٤٨ ميجا هرتز بنطاق ترددي قدره ١٦,٩٨٤ ميجا هرتز (١٥,١٢ ميجا هرتز + ١,٨٦٤ ميجا هرتز) مقسم إلى ستة أجزاء كل منها ذات نطاق ترددي قدره ٢,٨٣١ ميجا هرتز تقريباً. تضم هذه المجموعات الست المعدلة معاً لتكون ما يسمى بالمجموعة الجامبو. كما يمكن زيادة هذا المخطط بإضافة مستوى خامس يسمى بمجموعة السوبر جامبو التي تتكون من ثلاث مجموعات من مجموعات الجامبو (١٠٨٠٠ قناة هاتفية).

٦- ٣ التعدد بتقسيم الزمن (Time Division Multiplexing -TDM)

التعدد بتقسيم الزمن هي تقنية تستخدم لإرسال عدة إشارات رقمية من مصادرها المختلفة إلى أماكن وصولها (استقبالها) خلال قناة تراسل واحدة وذلك بتقسيم الزمن الكلي المخصص للتراسل إلى عدة أجزاء (كل جزء يسمى حيزاً أو شقاً slot) حيث كل شق مخصص لكل إشارة رقمية بحيث تكون سعة قناة التراسل أكبر من أو تساوي مجموع معدل التراسل لكل مصدر من المصادر الرقمية أي إن:

$$R_{ch.} \geq R_1 + R_2 + R_3 + - - - - - - - + R_n$$

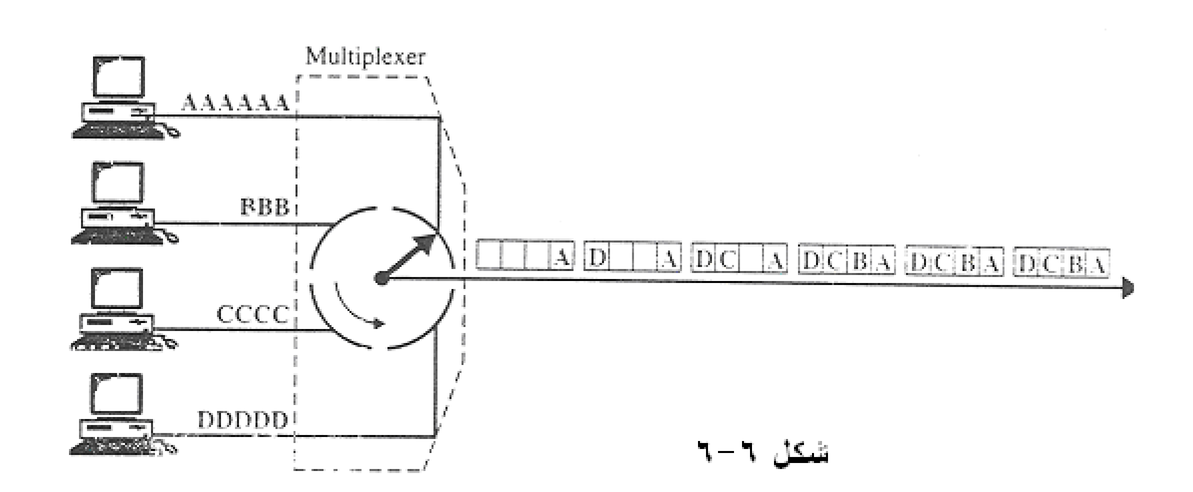
حيث $R_{ch.}$: سعة القناة أو سرعة تراسل القناة

التعدد بتقسيم الزمن يمكن تحقيقه بطريقتين: التعدد بتقسيم الزمن المتزامن والتعدد بتقسيم الزمن غير المتزامن.

٦- ٣- ١ التعدد بتقسيم الزمن المتزامن

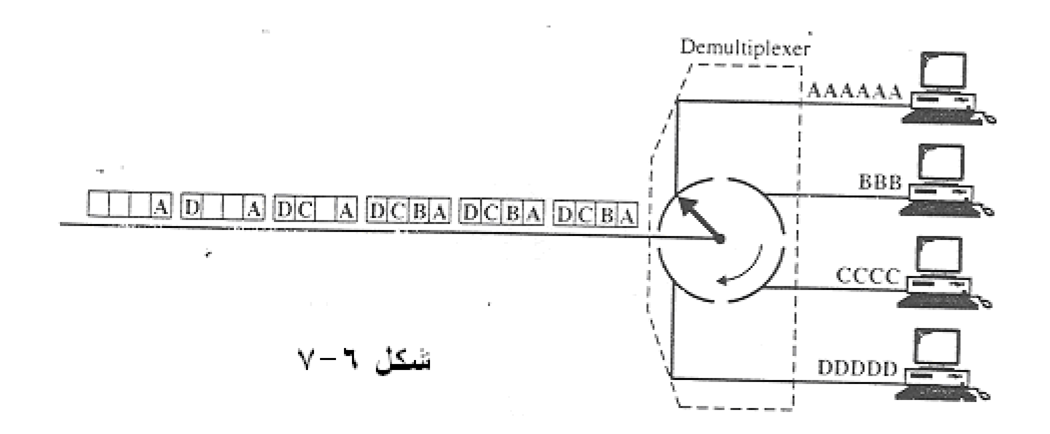
(Synchronous Time Division Multiplexing)

في تقنية التعدد بتقسيم الزمن المتزامن فإن كلمة تزامن هنا تعني أن دائرة التعدد تقوم بتخصيص نفس زمن الفجوة تماماً لكل مصدر من مصادر الإشارات الرقمية مهما كانت تلك المصادر تريد أن ترسل إشارات أولاً ثم تقوم دائرة التعدد بمسح هذه المصادر بطريقة متسلسلة ومنتظمة لتكوين الإطار المخصص للإرسال والمكون من عدد من الشقوق يساوي عدد هذه المصادر التي تم مسحها مهما كانت هذه الشقوق مملوءة بالمعلومات أو فارغة. لذلك فإن الإشارات الرقمية القادمة من مصادرها والمراد إرسالها يتم تخزينها أولاً في مخازن Buffers (يمكن للمخزن أن يخزن بتاً واحدة أو حرفاً أو بلوكاً من الحروف .... وهكذا) حيث يتم مسحها بطريقة متسلسلة ومرتبة لتكوين الإطارات التي يتم إرسالها خلال قناة التراسل كما هو مبين في الشكل(٦- ٦).



شكل ٦-٦

عند المستقبل، تقوم دائرة عاكس التعدد Demultiplexer باستخلاص محتويات كل شق من شقوق الإطار وتمريرها إلى وحدة الاستقبال الخاصة بها وبطريقة متسلسلة ومرتبة كما كانت عند نقطة الإرسال كما هو مبين في الشكل(٦- ٧).

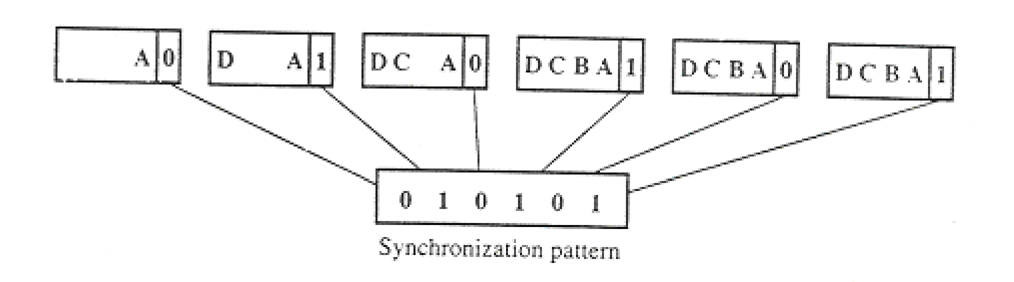


شكل ٦-٧

أ- إحاطة الإطار (Framing)

نظراً لأن ترتيب الشقوق في نظام التعدد بتقسيم الزمن المتزامن لا يتغير من إطار إلى إطار آخر فإن هذا الترتيب يساعد دائرة عاكس التعدد على توجيه كل فجوة إلى وجهتها الصحيحة دون الاحتياج لعملية العنونة. لكن قد توجد مؤثرات مختلفة نتيجة التراسل يمكنها جعل عملية التوقيت لكل فجوة بين المستقبل والمرسل غير متوافقة، لذلك تتم عادة إضافة بت أو اثنين للتزامن عند بداية كل إطار حيث تسمى هذه البت ببت إحاطة الإطار(framing bits) التي تساعد دائرة عاكس التعدد على أن يتزامن أو

يتوافق مع البيانات القادمة بحيث تمكنه من فصل زمن كل فجوة بدقة. في معظم الأحوال، فإن بت التزامن تتكون من بت واحدة لكل إطار تتناوب بين الـ 0 والـ 1 كما هو مبين في الشكل(٦- ٨).



شكل ٦-٨

ب- بت الحشو (Bit Stuffing)

كما ذكرنا سابقا، فإنه يمكن إرسال البيانات من مصادر مختلفة باستخدام تقنية التعدد بتقسيم الزمن المتزامن ولكن عندما يكون معدل تراسل بيانات هذه المصادر غير متساو أو لا توجد علاقة تعددية بين هذه المعدلات فإن هذا يسبب مشكلة في عملية التزامن ويمكن أن تؤدي إلى عدم إمكانية المستقبل من الحصول على البيانات الأصلية سليمة. وللتغلب على هذه المشكلة يمكن استخدام تقنية بت الحشو(bit stuffing) التي تعتبر علاجاً فعالاً لهذه المشكلة وفي هذه التقنية توضع بت زائدة ومميزة في أماكن ثابتة في إطار المرسل وبالتالي يكون معدل تراسل خرج دائرة التعدد (multiplexer) أكبر من مجموع معدلات تراسل دخل دائرة التعدد بدون حساب بت إحاطة الإطار. الزيادة في سعة معدل تراسل خرج دائرة التعدد نشأت نتيجة حشو البت الزائدة وإضافتها لأي بت قادمة من أي مصدر من مصادر البيانات المختلفة حتى يصل معدلها بعد الحشو إلى قيمة معدل نبضات الاستثارة لدائرة التعدد (clock pulses). بت الحشو هذه يسهل تمييزها عند المستقبل حيث تتم إزالتها بعد ذلك بواسطة دائرة عاكس التعدد (De-multiplexer). المثال التالي يوضح تخطيطياً تقنية حشو البت.

مثال:

إذا كان هناك ١١ مصدراً لبيانات مختلفة والمطلوب إرسالها بطريقة التعدد بتقسيم الزمن المتزامن وتلك البيانات بياناتها كما يلي:

مصدر١ : مصدر تماثلي نطاقه الترددي = ٢ك. هرتز.

مصدر٢ : مصدر تماثلي نطاقه الترددي = ٤ك. هرتز .

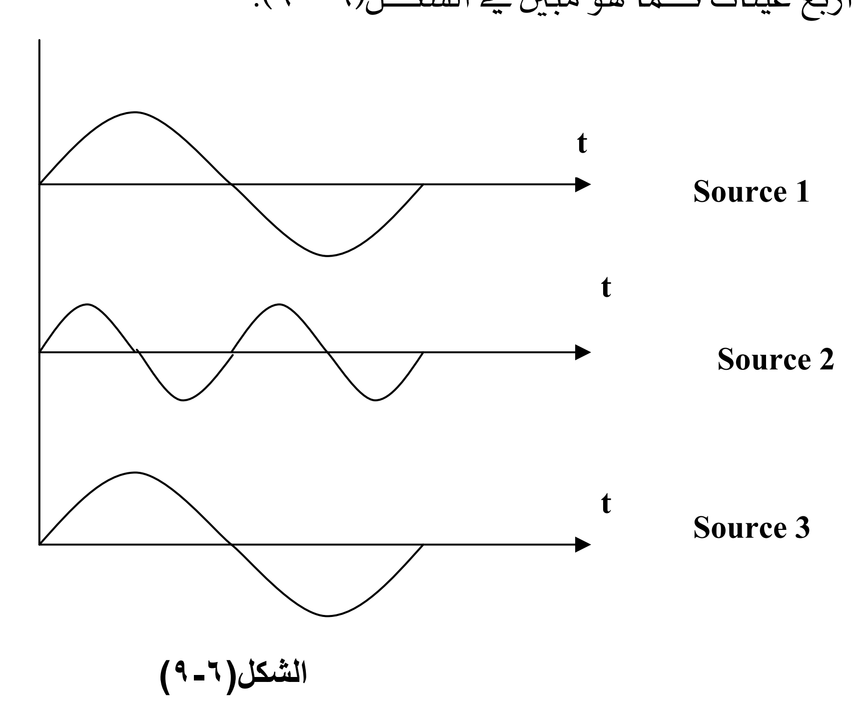
مصدر٣ : مصدر تماثلي نطاقه الترددي = ٢ك. هرتز.

المصادر من ٤- ١١ : مصادر رقمية كل منها ذات معدل تراسل = ٧٢٠٠ بت/ث.

الحل:

- المصادر التماثلية الثلاثة تتحول إشاراتها التماثلية إلى رقمية باستخدام نظام الـ PCM.
- معدل التعين للمصدر الأول والثالث = $2f_1$ = ٤ك. هرتز.
- معدل التعين للمصدر الثاني = $2f_2$ = ٨ك. هرتز.
- إذا تم مسح هذه العينات للإشارات الثلاث بمعدل مسح = ٤ك. هرتز فإن:

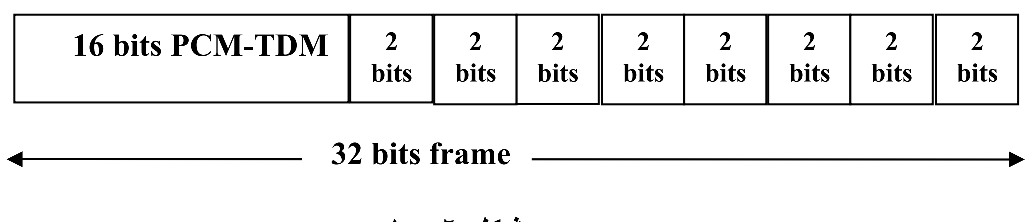
عدد العينات لكل دورة مسح = عينة واحدة من المصدر١+ عينتان من المصدر٢+ عينة واحدة من المصدر٣ = أربع عينات كما هو مبين في الشكل(٦- ٩).



الشكل(٦-٩)

بفرض أن كل عينة يمكن تحويلها إلى ٤ بت، فإن العينات الأربع لكل دورة مسح تتحول إلى ١٦ بت بمعدل مسح = ٤٠٠٠ دورة مسح/ ثانية توضع في مخزن سعته ١٦ بت.

- عينات الإشارات التماثلية الثلاث التي تحولت إلى إشارات رقمية باستخدام نظام الـ PCM يمكن إرسالها بمعدل تراسل = n.f = ٤ك. × ١٦ = ٦٤ ك. بت/ث.
- بالنسبة للمصادر الرقمية الثمانية (من ٤- ١١) فإنه يمكن استخدام تقنية حشو البت لجعل معدل تراسل كل مصدر يزداد من ٧,٢ ك. بت/ث إلى ٨ ك. بت/ث مع استخدام ٨ مخازن سعة كل منها ٢ بت.
- المصادر الرقمية الثمانية يصبح إجمالي معدل تراسلها بعد عملية الحشو= ٨ ك. × ٨ = ٦٤ك. بت/ث.
- يتم بعد ذلك مسح الإشارات الرقمية الناشئة عن النظام PCM ومصادر الإشارات الرقمية الثمان الأخرى بعد عملية الحشو ثم ترسل كلها بنظام التعدد بتقسيم الزمن المتزامن في إطار واحد يحتوي على ١٦ + ٢×٨ = ٣٢ بت بمعدل تراسل = ٦٤ ك. بت/ث × ٢ = ١٢٨ ك. بت/ث.
- الشكل(٦- ١٠) يبين هذا المخطط متضمنا إطار البيانات لكن بدون بت إحاطة الإطار.



شكل ٦-١٠

٦- ٤ الخدمات الرقمية (Digital Services)

النظم الحاملة ذات التراسل لمسافات بعيدة والمتوفرة حول العالم صممت لإرسال الإشارات التماثلية والإشارات الرقمية خلال قنوات التراسل ذات السعات العالية (كيبلات محورية- إلى اف بصرية- ميكروويف- أقمار صناعية). لكن مع التقدم التكنولوجي الهائل في مجال الاتصالات والإلكترونيات وزيادة أعداد المشتركين المحتاجين لخدمات الاتصالات، بدأ الاتجاه نحو هيمنة الاستخدامات الرقمية وتوفير الشركات العاملة في هذه المجالات للخدمات الرقمية المختلفة نظرا للمميزات العديدة لاستخدام التقنيات الرقمية عن التماثلية ومن أهمها المناعة العالية ضد الضوضاء والتداخلات. يمكن تلخيص الخدمات الرقمية متسلسلة كما يلي:

١) الخدمة ٥٦/ المبدلة Switched 56/ Service :

الخدمة التي يتم توفيرها في هذه الحالة هي خدمة رقمية بحتة بمعدلات تصل إلى ٥٦ ك. بت/ث وقناة التراسل تستخدم لإرسال الإشارات الرقمية بدون استخدام وحدة المودم ولكن تستخدم وحدة أخرى تسمى وحدة الخدمات الرقمية (Digital Service Unit (DSU ووظيفتها القيام بتحويل معدل تراسل إشارة دخل هذه الوحدة إلى معدل قياسي هو ٥٦ ك. بت/ث. من مميزات استخدام هذه الوحدة السرعة المناسبة والجودة والمناعة ضد الضوضاء والتداخلات لكنها غالية الثمن. تستخدم هذه الخدمة في المؤتمرات المرئية – الفاكس السريع- الوسائط المتعددة- نقل البيانات السريعة.

٢) خدمة البيانات الرقمية (Digital Data Service -DDS)

الخدمة التي يتم توفيرها في هذه الحالة هي خدمة رقمية بمعدلات تصل إلى ٦٤ ك. بت/ث تستخدم القنوات الرقمية المؤجرة digital leased line. هذه الخدمة تستخدم وحدة خدمة رقمية شبيهة بالنوع السابق لكنها رخيصة عنها لأنها بدون لوحة المفاتيح الشبيهة بقرص التليفون.

ت- خدمة الإشارات الرقمية (Digital Signal Service –DSS)

بعد تقديم خدمات الـ DSU و DDS فإن شركات الهاتف رأت أن هناك حاجة لتطوير خدماتها فكانت الخطوة التالية هي خدمة الإشارات الرقمية التي استخدم فيها نظم التراسل المتعدد. في نظم التراسل الرقمية ذات التعدد بتقسيم الزمن المتزامن، يوجد نظامان شائعان لتلك النظم الرقمية الحاملة وهما:

- نظام تابع لشركة الهاتف والتلغراف الأمريكية (AT&T-TDM Digital Carrier System)
- نظام تابع لهيئة الاستشارات الدولية للهاتف والتلغراف(.CCITT-TDM Digital Carrier Sys)

٦- ٤- ١ النظم الرقمية الحاملة (Digital Carrier Systems-AT&T)

سوف نقتصر في دراستنا هذه على النظام الأول نظرا لشيوع استخدامه في أمريكا الشمالية وكثير من دول العالم وخاصة في المنطقة العربية من قبل شركات الهاتف التي تهتم بتقديم كافة الخدمات لمشتركيها. يتكون مخطط هذا النظام من عدة مستويات أو مراحل أهمها المرحلة الأولى والتي تسمى Digital Signal Format (DS-1) والتي يمكن تحويلها إلى T-1 بعد تمرير الإشارة الرقمية على عمليات ترميز القناة ثم إرسالها خلال زوج من الأسلاك يسمى T-1Carrier Line. هذه المرحلة لها المواصفات التالية:

١. عدد القنوات الهاتفية = ٢٤ قناة هاتفية.
٢. النطاق الترددي لكل قناة هاتفية = ٤ ك. هرتز.
٣. معدل أو تردد التعين = ٨ ك. هرتز.
٤. عدد المستويات، Q = ١٢٨ باستخدام μ-Companding Law.
٥. عدد البت لكل عينة، n = ٧ .
٦. عدد بت تحديد الفجوة = ١ .
٧. عدد بت تحديد الإطار = ١ .
٨. عدد البت لكل إطار = N = ٢٤×(٧+١) + ١ = ١٩٣ بت.
٩. معدل التراسل = $R = N.f_s$ = ٨ ك. × ١٩٣ = ١،٥٤٤ ميجا بت/ث.

الشكل(٦- ١١) يبين التركيب البنائي للإطار المستخدم للمرحلة الأولى DS-1.

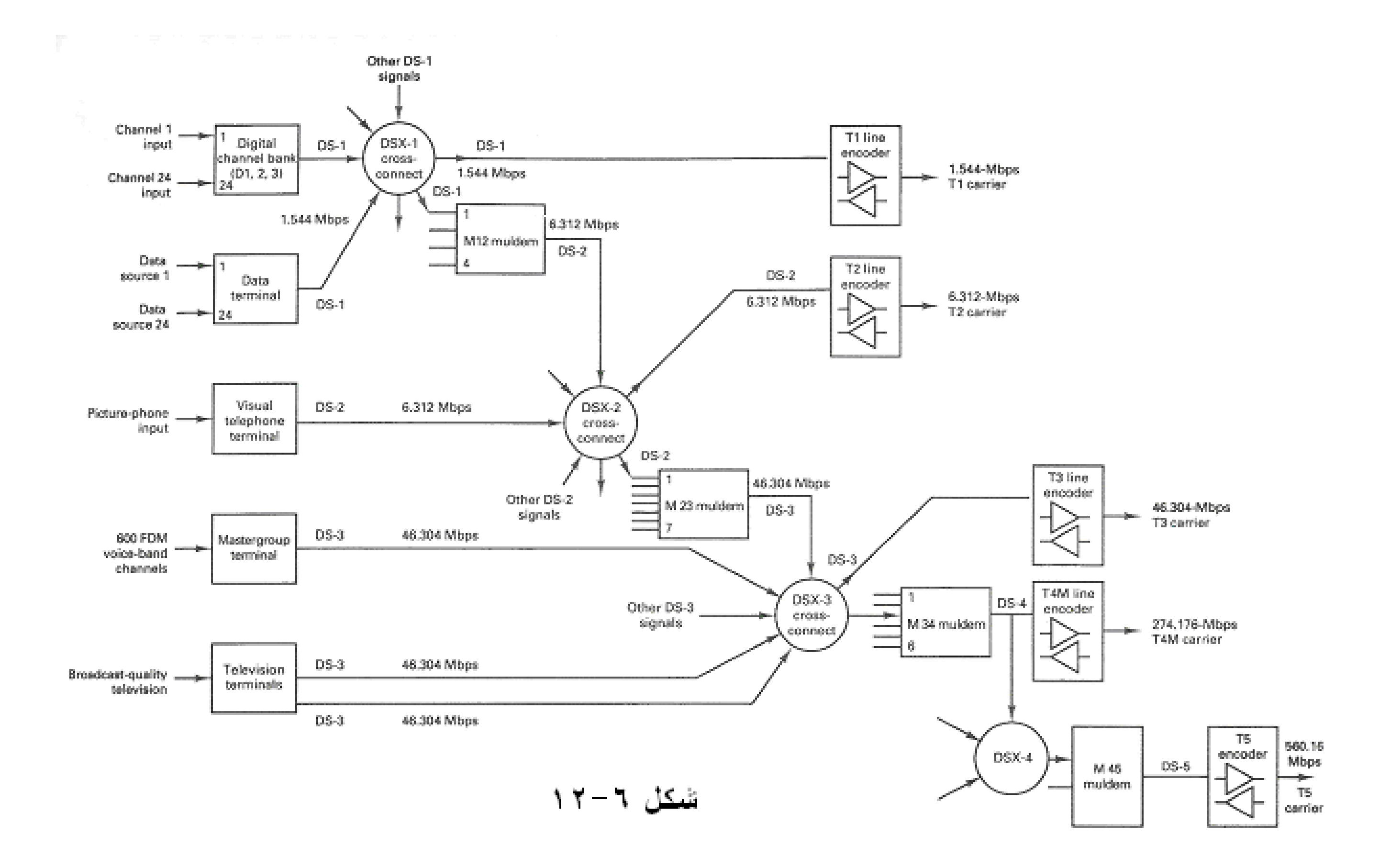
Ch.1 8 bits	Ch.2 8 bits	------------------------------------	Ch.24 8 bits	Fb

← 193 bits →

← 125 micro sec →

شكل ٦-١١

استخدام نظام التعدد بتقسيم الزمن يعطي ميزة تقديم خدمات متعددة كتراسل الإشارات السمعية والبصرية والصور والمستندات وغير ذلك. الشكل (٦- ١٢) يبين المخطط العام للنظام الرقمي -AT&T TDM الذي يتكون من عدة مراحل للوصول إلى معدلات التراسل العالية لتوفير الخدمات السابق ذكرها بالإضافة إلى الجدول التالي الذي يصنف مراحل الإشارات الرقمية- المعدلات- السعات- الخدمات التي تقدم من قبل شركة AT&T.



شكل ٦-١٢

جدول تصنيف مراحل نظام AT&T-TDM

الخدمات التي يتم توفيرها	عدد القنوات	معدل التراسل	DS	نوع الخط
نطاق المحادثات الهاتفية والبيانات	٢٤	١,٥٤٤ م. بت/ث	DS-1	T1
نطاق المحادثات الهاتفية والبيانات	٤٨	٣,١٥٢ م. بت/ث	DS-1c	T1-c
محادثات الهاتفية- بيانات- صور	٩٦	٦,٣١٢ م. بت/ث	DS-2	T2
محادثات هاتفية- مرئيات- بيانات	٦٧٢	٤٤,٧٣٦ م. بت/ث	DS-3	T3
محادثات هاتفية- مرئيات- بيانات	٤٠٣٢	٢٧٤,١٧٦ م. بت/ث	DS-4	T4
محادثات هاتفية- مرئيات- بيانات	٨٠٦٤	٥٦٠,١٦ م. بت/ث	DS-5	T5

٦- ٥ التعدد بتقسيم الزمن غير المتزامن
Multiplexing (STDM) Asynchronous Statistical Time-Division

من دراستنا السابقة لتقنية التعدد بتقسيم الزمن المتزامن وجدنا أن احتمال استخدام قناة التراسل بكامل كفاءتها هو احتمال غير كبير نظرا لأن الوحدات المتصلة بدائرة التعدد يمكن أن تكون فعالة أو غير فعالة وهذا بالتالي يؤدي إلى وجود فجوات فارغة تؤدي إلى تبديد فعالية قناة التراسل مثال ذلك:

- بفرض أنه لدينا نظام تعدد لعدد ٢٠ جهاز حاسب متشابهة، ويتم إرسال خرج هذه الأجهزة على قناة تراسل واحدة بطريقة التعدد بتقسيم الزمن المتزامن فإن سرعة تراسل قناة التراسل على الأقل تساوي ٢٠ مرة لمعدل تراسل كل جهاز حاسب، لكن إذا كان هناك ١٠ أجهزة فقط لهذا النظام ترسل خرجها على نفس قناة التراسل فإن كفاءة قناة التراسل سوف تنخفض بنسبة ٥٠٪ نظرا لتبديد نصف زمن إطار التراسل.

❖- بالنظر إلى نظم التراسل الهاتفية الرقمية التي تستخدم نظام التعدد PCM-TDM نجد أن احتمال أن يقوم المشتركون باستخدام هذا النظام لإرسال مكالماتهم الهاتفية في نفس الوقت هو احتمال ضعيف مما يؤدي إلى انخفاض كفاءة قناة التراسل.

مما سبق نجد أنه للتغلب على هذه المشكلة وزيادة كفاءة قناة التراسل كان ظهور نظام التعدد بتقسيم الزمن غير المتزامن STDM.

أ- سلوك هذا النظام (System Performance)

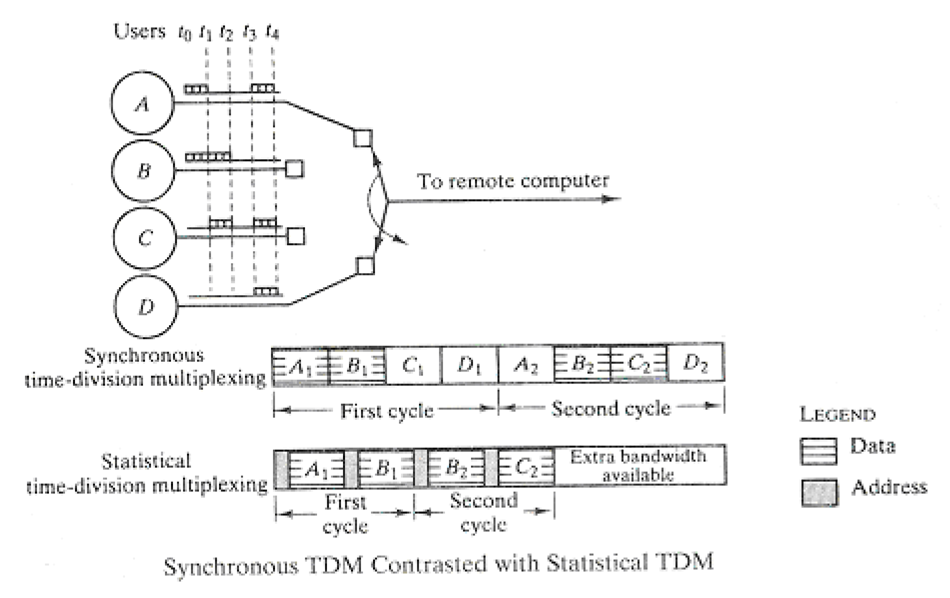
تم تصميم هذا النظام لحل مشكلة الفقد في كفاءة التراسل التي كانت موجودة بالنظام السابق. في نظام التعدد غير المتزامن STDM يتم تخصيص عدد فجوات الإطار المراد إرساله ديناميكيا وليس ثابتا معتمدا في ذلك على العدد الحقيقي للوحدات التي تريد فعلا إرسال إشاراتها ، فمثلا لو فرض أن لدينا عدد n من خطوط مصادر الدخل إلا أن هناك عدد k من هذه الخطوط فعالة وتريد إرسال معلوماتها حيث k<n فإن دائرة التعدد تقوم بمسح خطوط الدخل حتى يمتلئ الإطار بعدد k من الفجوات المملوءة بالبيانات ثم يرسل هذا الإطار خلال قناة التراسل.

أما إذا فرض وكان هناك عدد غير كاف من خطوط الدخل الفعالة لملء كل فجوات الإطار أو العكس فإن الإطار يتغير ديناميكيا حسب عدد خطوط الدخل الفعالة التي لديها بيانات تريد إرسالها وبالتالي يكون معدل تراسل البيانات عند مخرج دائرة التعدد أقل من معدل تراسل البيانات للوحدات المتصلة بدائرة التعدد مجتمعة. نظرا لأن خطوط أو مصادر دخل دائرة التعدد لا ترسل بياناتها في نفس الوقت لكنها تتغير بشكل غير منتظم فهذا يتطلب وجود حقل معلومات عن العناوين لضمان وصول البيانات لوجهتها الصحيحة وعلى ذلك فإن كل فجوةلابد أن تحتوي على عنوان الوصول للوجهة المراد الوصول إليها بالإضافة إلى الحقول الأخرى لبداية ونهاية الإطار وأيضا حقول التحكم واختبار البيانات التي تستخدم أحد بروتوكولات تكوين الإطار مثال البروتوكول HDLC كما ذكرنا سابقا كما هو مبين بالشكل(٦- ١٣) الذي يبين تشكيل الإطار المستخدم في تقنية التعدد بتقسيم الزمن غير المتزامن STDM.

Beginning	Address	Control	STDM	FCS	شكل ٦-١٣ Encoding

شكل ٦- ١٣

الشكل (٦- ١٤) يبين المقارنة بين طريقة التعدد المتزامن وطريقة التعدد غير المتزامن في حالة وجود أربعة مصادر للبيانات متصلة بدائرة التعدد.



Synchronous TDM Contrasted with Statistical TDM

شكل ٦-١٤

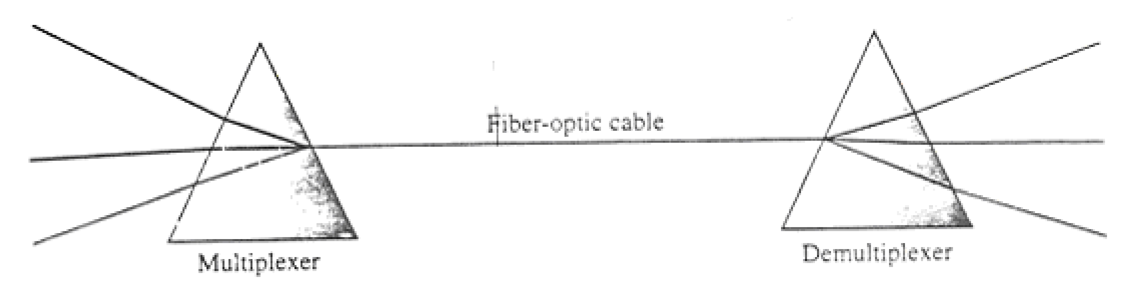
٦- ٦ التعدد بتقسيم الموجة (Wave-Division Multiplexing -WDM)

التعدد بتقسيم الموجة WDMيشبه على نحو مفاهيمي تقنية التعدد بتقسيم التردد FDM إلا أنه في تقنية التعدد بتقسيم الموجة تكون إشارات دائرة التعدد .Mux ودائرة عاكس التعدد .De-mux هي إشارات ضوئية مرسلة خلال قنوات الألياف البصرية.

في هذه التقنية يمكن إرسال عدة مصادر للمعلومات ذات أطوال موجية مختلفة عن طريق تجميعها في صورة إشارة ضوئية واحدة (Multiplexing) وإرسالها خلال قناة التراسل البصرية لتشمل نطاقا ترددیا عال جدا. تجميع إشارات المصادر الضوئية المختلفة في صورة إشارة ضوئية واحدة عند المرسل ثم فصلها عن بعضها مرة ثانية عند المستقبل يمكن تنفيذها بسهولة باستخدام المنشور الزجاجي prism عند المرسل لعملية التعدد أو التجميع واستخدام منشور محززة الحيود diffraction grating (أداة تستخدم

للحصول على الأطياف الضوئية استنادا إلى ظاهرة الحيود) عند المستقبل لعملية عكس التعدد أو عملية الفصل.

نتذكر من أساسيات الفيزياء أن المنشور الزجاجي يمكن استخدامه لتوجيه الشعاع الضوئي اعتمادا على زاوية سقوط الشعاع الضوئي والتردد أو الطول الموجي، وباستخدام هذه التقنية التي تبدو بسيطة لكنها معقدة يمكن تجميع .Mux عدة أشعة لمصادر دخل ضوئية كل منها يحتوي على نطاق ترددي ضيق والحصول في خرج دائرة التعدد على شعاع ضوئي واحد ذي نطاق عريض من الترددات. الشكل (٦- ١٥) يبين عملية التعدد وعاكس التعدد لعدة مصادر ضوئية مختلفة تخطيطيا وباستخدام المنشور الزجاجي.



شكل ٦-١٥

نظم تراسل الألياف البصرية الحالية يمكنها العمل عند معدلات للبيانات تصل إلى عشرات الجيجا بت/ث نظرا لأن المكونات أو العناصر الإلكترونية المتاحة لها حدود في السرعة القصوى تصل أيضا إلى عشرات الجيجا بت/ث، مثال ذلك ثنائيات الليزر يمكن أن تعطي أشعة ضوئية بنطاقات ترددية تصل إلى عشرات الجيجا هرتز.

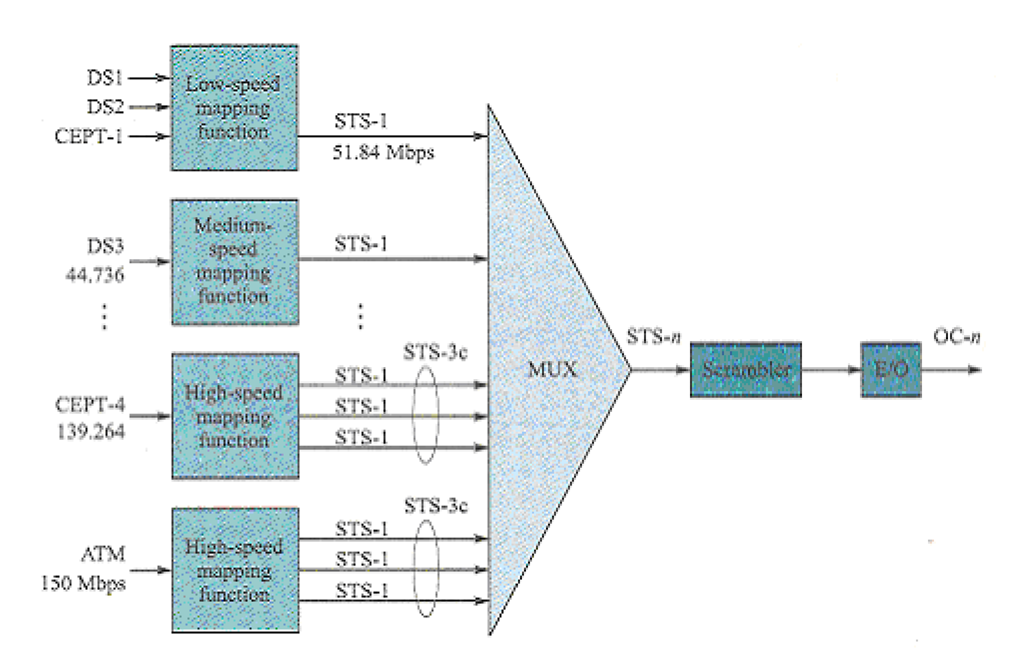
٦- ٧ الشبكة البصرية المتزامنة (Synchronous Optical Network –SONET)

لمقابلة الاحتياج السريع للمعايير اللازمة لتوصيل نظم التراسل فيما بينها، تم ظهور معيار الشبكة البصرية المتزامنة SONET في أمريكا الشمالية وفي نفس الوقت كان للهيئة الدولية CCITT المعيار الخاص بها والمسمى المخطط الرقمي المتزامن (SDH) Synchronous Digital Hierarchy. المعياران SONET و SDH كونا الأساس للعمود الفقري للشبكات الحالية ذات السرعات العالية. المعيار SONET يستخدم المستوى الأول لمعيار نقل الإشارة المتزامن Synchronous Transport Signal Level-1 (STS-1) بمعدل ٥١,٨٤ ميجا بت/ث كأساس لتوسعة مخطط التراسل الرقمي ليصل إلى عدة جيجا بت/ث. الجدول التالي يبين المعيارين SONET و SDH والعلاقة بينهما.

SONET electrical signal	SONET Optical signal	Bit rate M bit/sec.	SDH electrical signal
STS – 1	OC – 1	51.84	-
STS – 3	OC - 3	155.52	STM – 1
STS – 9	OC - 9	466.56	STM – 3
STS – 12	OC - 12	622.08	STM - 4
STS – 18	OC - 18	933.12	STM - 6
STS – 24	OC - 24	1244.16	STM - 8
STS – 36	OC - 36	1866.24	STM – 12
STS – 48	OC - 48	2488.32	STM – 16
STS - 192	OC - 192	9953.28	STM – 64

الجدول يبين العلاقة بين المعيارين SONET و SDH

باستخدام الجدول السابق نجد أن نظم الـ WDM المتاحة والتي تستخدم ١٦ طولاً موجياً عند المستوى OC – 48 يمكنها توفير معدل بإجمالي يصل تقريبا إلى ١٦ × ٢,٥ جيجا بت/ث = ٤٠ جيجا بت/ث، وأيضا النظم التي تستخدم ٣٢ طولاً موجياً عند المستوى OC - 192 يمكنها توفير معدل بإجمالي يصل تقريبا إلى ٣٢ × ١٠ جيجا بت/ث = ٣٢٠ جيجا بت/ث وهكذا وذلك بعد تحويل الإشارة الكهربية STS – n إلى إشارة ضوئية OC – n كما هو مبين بالشكل(٦- ١٦).


DS1
DS2
CEPT-1
Low-speed mapping function
STS-1
51.84 Mbps
DS3
44.736
Medium-speed mapping function
STS-1
STS-3c
STS-1
STS-1
STS-1
CEPT-4
139.264
High-speed mapping function
STS-3c
STS-1
STS-1
STS-1
ATM
150 Mbps
High-speed mapping function
MUX
STS-n
Scrambler
E/O
OC-n

شكل ٦-١٦

أسئلة الوحدة السادسة

أجب عن الأسئلة الآتية :

س١ : عرف التعدد ، وما هو الغرض من استخدام هذه التقنية ؟

س٢ : اذكر تقنيات التعدد المختلفة الشائعة الاستخدام.

س٣ : إذا كان هناك عدة إشارات تماثلية ويراد إرسالها باستخدام تقنية الـ FDM ، كيف يمكن ذلك؟

س٤ : ما هي أنواع تقنية الـ TDM وما هو الفرق بينها ؟

س٥ : ما هو الفرق بين دائرة التعدد ودائرة عاكس التعدد ؟

س٦ : ما هي العلاقة بين عدد الفجوات بالإطار وعدد خطوط الدخل في كل من الـ TDM المتزامن والغير متزامن.

س٧ : الإشارة DS-0 لها معدل التراسل ٦٤ ك. بت/ث ، كيف يمكن الحصول على هذا المعدل ؟

س٨ :اختر الإجابة الصحيحة :

أ- أي تقنية تعدد تستخدم لإرسال الإشارات التماثلية؟
- FDM
- TDM المتزامن
- TDM الغير متزامن
- الإجابة الثانية والثالثة.

ب- أي مما يلي ملائم لعملية التعدد؟
- قنوات التراسل عالية السعة.

- التراسل المتوازي.
- التعديل متعدد المستويات.
- المودم.

ت- في تقنية الـ TDM المتزامن عند وجود عدد n من مصادر الدخل، فإن كل إطار يحتوي على الأقل على عدد من الفجوات يساوي:

- N
- n +1
- n -1
- n/2

ث- في تقنية الـ TDM غير المتزامن وعند وجود عدد n من مصادر الدخل، كل إطار يحتوي على عدد m من الفجوات، حيث m عادة .... n.

- أقل من.
- أكبر من.
- مساوية لـ .
- ليست هناك إجابة صحيحة.

ج- في مخطط الـ AT&T – FDM، النطاق الترددي للمجموعة الأساسية يساوي حاصل ضرب:

- عدد القنوات الهاتفية × ٤ ك. هرتز.
- معدل التعين × ٤ ك. هرتز.
- عدد القنوات الهاتفية × ٨ ك. بت/عينة.
- معدل التعين × ٨ ك. بت/عينة.

ح- أي تقنية تعدد تتضمن إشارات مكونة من أشعة ضوئية؟

- FDM
- TDM المتزامن.
- TDM غير المتزامن.
- WDM

س٩: استخدم المعلومات التالية لإيجاد أقل نطاق ترددي لقناة التراسل:

- التعدد باستخدام الـ FDM.
- عدد مصادر الدخل يساوي ٥ وكل منها ذو نطاق ترددي ٤ ك. هرتز.
- وجود نطاق فاصل بين كل مصدر يساوي ٢٠٠ هرتز.

س١٠: إذا تم استخدام تقنية التعدد TDM المتزامن لإرسال بيانات ١٠٠ جهاز حاسب إلى . و كان كل جهاز حاسب يرسل بياناته بمعدل ١٤,٤ ك. بت/ث، أوجد أقل معدل لبيانات قناة التراسل ، وهل يمكن استخدام الـ T-1Line في عملية التراسل هذه ؟

اتصالات البيانات والشبكات

شبكات النقل غير المتزامن (ATM Networks)

الوحدة السابعة : شبكات النقل غير المتزامن (ATM Networks)

الجدارة:

دراسة هذا النوع من الشبكات والخدمات المختلفة التي تقدمها هذه الشبكات.

الأهداف:

عندما تكتمل هذه الجدارة يكون المتدرب قادرا على:

- التعرف على شبكة ATM وعلى مستوياتها وطبقاتها المختلفة.
- التعرف على الوصلات والممرات المختلفة بالشبكة.
- التعرف على تكوين الخلية بشبكة ATM .
- التعرف على الخدمات المختلفة لطبقة ATM وطبقةAAL .

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن ٩٠٪.

الوقت المتوقع لتدريب هذه الوحدة: ثلاث ساعات

الوسائل المساعدة:

تنفيذ التدريبات العملية في المعمل.

متطلبات الجدارة:

اجتياز جميع المقررات السابقة.

٧- ١ مقدمة

إن تقنية نمط النقل غير المتزامن (Asynchronous Transfer Mode -ATM) تمثل تطورا هائلا في مجال تقنيات نقل الطرود وحزم البيانات حيث تقوم شبكات النقل غير المتزامن ATM بنقل المعلومات بكافة أنواعها (مرئيات- سمعيات- بيانات) وبمعدلات نقل هائلة بداية من عدة ميجا بت/ث إلى عدة جيجا بت/ث وذلك مقارنة بالشبكات الأخرى.

تستخدم تقنية نمط النقل غير المتزامن ATM بالشبكات الرقمية ذات الخدمات المتكاملة والعريضة الحزمة Broad Band ISDN (B-ISDN) حيث تسمح شبكات الـ ATM بنقل البيانات بمعدل ثابت كما تسمح أيضا بنقل البيانات بمعدل متغير، كما تسمح بتحديد معدل نقل البيانات عبر قنوات افتراضية حال نشوء تلك القنوات فيما إذا تطلب الأمر معدلاً ثابتاً لنقل البيانات وبقيمة معينة، وقد أمكن تثبيت هذا المعدل لنقل البيانات على شبكات الـ ATM على الرغم من استخدام تقنية تبديل الطرود(Packet Switching) فيها عن طريق استخدام طرود صغيرة وثابتة الحجم تسمى خلية (Cell) لنقل البيانات لذا تسمى شبكات الـ ATM بشبكات الـ Cell Relay نظرا للوثوقية والاعتماد الجيد على خطوط النقل وخاصة الألياف الضوئية منها ومقدرة أنظمة الاستقبال لكشف أي خطأ يمكن حدوثه، وكما هو الحال في شبكات الـ Frame Relay تسمح شبكات الـ ATM بوجود عدة قنوات وهمية داخل قناة فيزيائية واحدة، ولكن الفرق بين التقنيتين هو أن الـ Frame Relay تستخدم طروداً ذات أحجام متغيرة وكبيرة نسبيا مقارنة مع طرود (خلايا) الـ ATM ذات الحجم الصغير والثابت نسبيا، الأمر الذي مكن من تقليص حجم بعض الحقول اللازم إضافتها لكل طرد، مثلا لم يعد هناك حاجة لحقل تحديد طول الطرد في الـ ATM لأنه معروف وثابت، مما أدى إلى اختصار زمن المعالجة اللازم للحصول على هذا الحقل ونتيجة لذلك تمكنت شبكات ATM من إرسال البيانات بسرعة كبيرة .

أصبح بالإمكان استخدام تقنية ATM في الشبكات المحلية LANs والشبكات الواسعة WANs لنقل المعلومات على حد سواء، ومع زيادة الطلب على هذه التقنية وانخفاض كلفتها أصبح بالإمكان الحصول على سرعات تراسل أكبر

2.5 G b/s, 622.08 M b/s, 155.52 M b/s, 51.84 Mb/s, 25.6 M b/s

تعتبر شبكات ATM في الغالب شبكات موجهة الاتصال(Connection-Oriented)، مع إمكانية تقديم هذه الشبكة أيضا لخدمة عديمة الاتصال (Connectionless-Service)، وعندما تقدم شبكة ATM الخدمة موجهة الاتصال فهذا يعني أن عملية الاتصال تتطلب أولا عملية إنشاء الاتصال عن طريق إرسال رسالة للمكان الهدف، وبعد ذلك يتم إرسال الخلايا بشكل متتال لتسلك نفس المسار الذي سلكته الرسالة الأولى التي أرسلت للهدف، أي إن عمليات التوجيه تنفذ على الرسالة الأولى فقط، مع

العلم أن سلامة البيانات غير مضمونة ١٠٠٪ ولكن الخلايا تصل بنفس الترتيب الذي أرسلت به في حال ما تم إرسال الخلايا في نفس القناة التي تم اختيارها والتي تسمى بالقناة الوهمية (virtual (Channel أما إذا أرسلت الخلايا على قنوات مختلفة واحدة تلو الأخرى فهذا لا يضمن وصول الخلايا مرتبة، كما إنه عند وصول الخلايا عند المستقبل فإن هذا الأخير لا يقوم بإرسال أي إشعار يفيد سلامة أو عدم سلامة البيانات المستقبلة.

٧- ٢ **بنية بروتوكول** ATM

اعتمدت المعايير الأساسية التي أصدرتها الهيئة الدولية ITU-T من أجل تقنية نمط النقل غير المتزامن ATM على بنية البروتوكول الموضحة بالشكل(٧- ١) والذي يوضح البنية الأساسية من أجل الاتصال بين المستخدم والشبكة. من الشكل نجد أن النموذج المرجعي لبروتوكول ATM يتكون من ثلاثة مستويات هي:

٧- ٢- ١ المستويات الثلاثة لبروتوكول **ATM**

١- مستوى المستخدم (**User Plane**): يقوم بتوفير الوسائل اللازمة لتدفق المعلومات من حيث التحكم فيها وكشف الأخطاء.

٢- مستوى التحكم (**Control Plane**): يقوم بتنفيذ وظائف التحكم بطلب الاتصال والاتصال وفصل الاتصال وتحديد خصائص هذا الاتصال وشروطه كنوع الاتصال وسرعة النقل العظمى مثلا.

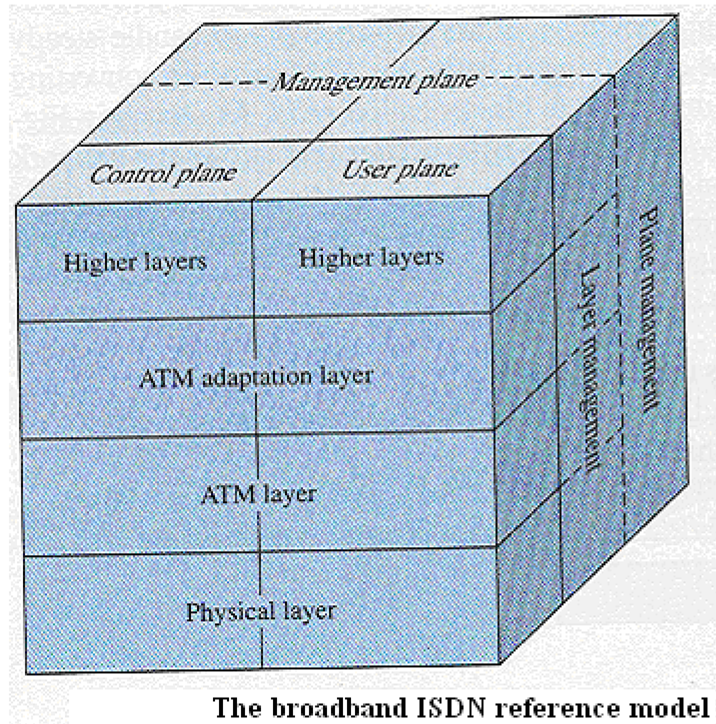
٣- مستوى الإدارة(**Management Plane**): وينقسم إلى إدارة الطبقة Layer Management والتي تقوم بعمليات الإدارة للنظام ككل كما تقوم بتنفيذ عمليات الإدارة المتعلقة بكل مصادر الشبكة وإدارة المستوى Plane Management التي تقوم بوظائف النظام وتوفير التناغم بين كل المستويات.

يتكون مستوى المستخدم User Plan من ثلاث طبقات رئيسة حيث جميعها توفر التطبيقات التي يحتاجها المستخدم.

الطبقات الثلاث لبروتوكول ATM :

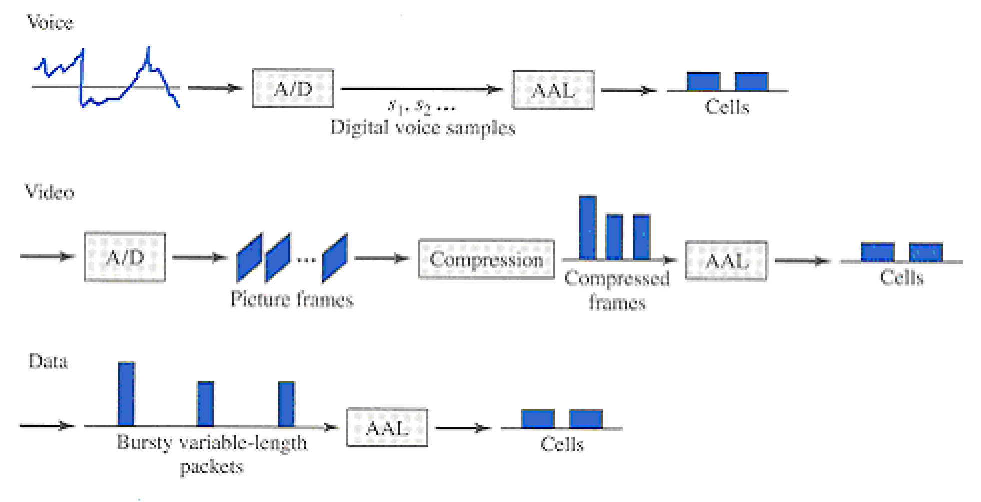
- الطبقة الفيزيائية تتضمن معايير تحدد مواصفات خط النقل والذي قد يكون إلى اليافاً بصرية أو قد يكون نوعا آخر من خطوط النقل التي تتناسب مع خصائص تقنية ATM، كما تقوم الطبقة الفيزيائية أيضا بتشفير البيانات وإرسالها عبر خط النقل بمعدل تحدده هذه الطبقة والذي يبلغ 155.52 Mb/s أو 622.08 Mb/s أو بمعدلات أخرى أعلى أو أدنى.كما هو مبين في
الشكل (٧- ١)
- طبقة ATM تقوم بتأمين أو توفير الخدمات اللازمة لنقل البيانات في صورة خلايا ذات الحجم الثابت عبر الشبكة كما تحدد أيضا طرق التوجيه في مبدلات شبكات ATM.
- طبقة التكيف(ATM Adaptation Layer -AAL)

إن استخدام طبقة ATM أدى إلى الحاجة لطبقة تكيف أو مواءمة بين الطبقات العليا Higher Layer والمزودة ببروتوكولات لنقل البيانات لا تدعم ATM وبين طبقة ATM، أي إن طبقة التكيف هذه AAL تحول المعلومات القادمة من الطبقات العليا إلى خلايا ATM وذلك عند محطة الإرسال، أما عند محطة الاستقبال فتقوم طبقة AAL بتحويل خلايا ATM إلى معلومات يمكن للطبقات العليا معالجتها وفهمها ، أي إن طبقة AAL تقوم بتنفيذ وظائف end-to-end ولا يتم الولوج إلى طبقةAAL إلا عند نقطتين هما المرسل والمستقبل (مثال ذلك طبقة النقل في النموذج المعياري OSI). الشكل(٧- ٢) يبين وظيفة طبقة AAL.



The broadband ISDN reference model

شكل ٧-١



The AAL converts user information into cells.

شكل ٧-٢

٧- ٣ تعريف بعض المصطلحات الأساسية

- القناة الوهمية **(Virtual Channel -VC)**: هو مصطلح عام يستخدم لوصف وسيلة النقل أحادى الاتجاه لخلايا ATM والتي تملك جميعها قيمة معينة واحدة تسمى معرف القناة الوهمية Virtual Channel Identifier (VCI).
- خط القناة الوهمية **(Virtual Channel Link -VCL)**: هو مصطلح عام يستخدم لوصف وسيلة النقل أحادى الاتجاه لخلايا ATM بين نقطتين في شبكة ATM يتم عند إحداهما تحديد قيمة VCI وعند الأخرى تغير تلك القيمة أو إنهاؤها.
- وصلة القناة الوهمية **(Virtual Channel Connection-VCC)**: هي تسلسل من خطوط القناة الوهمية (VCLs) والتي (أي الوصلة) تمتد بين نقطتين يتم عند كلتيهما الولوج إلى طبقة التكيف AAL للتعريف بنهاية الوصلة VCC مع ملاحظة سلامة تسلسل الخلايا عند عبورها VCC معينة.
- الممر الوهمي **(Virtual Path -VP)**: هو مصطلح عام يستخدم لوصف وسيلة النقل أحادى الاتجاه لخلايا ATM عبر قنوات وهمية تملك جميعها قيمة معينة تسمى معرف الممر الوهمي (Virtual Path Identifier -VPI).
- خط الممر الوهمي **(Virtual Path Link -VPL)**: هي مجموعة من خطوط القنوات الوهمية (VCLs) تملك جميعها قيمة VPI واحدة وتمتد جميعها بين نقطتين يتم عند إحداهما قيمة VPI ويتم عند الأخرى تغيير تلك القيمة أو إنهاؤها.
- وصلة الممر الوهمي **(Virtual Path Connection -VPC)** : هي تسلسل من خطوط الممر الوهمي والتي تصل بين مستخدمين أو بين مستخدم وشبكة أو بين مبدلات الشبكة.

استخدامات وصلة القناة الوهمية **(VCC)**:

يمكن أن تكون نقط النهاية لـ VCC بين مستخدمين أو مبدلات ATM أو قد تمتد الـ VCC بين مستخدم ومبدل ATM، وفى كل الأحوال تكون سلامة تسلسل الخلايا مؤمنة ومحفوظة، وفيما يلي بعض الأمثلة عن الاستخدامات الثلاثة للوصلة VCC:

- **بين المستخدمين**: تستخدم الوصلة VCC لنقل البيانات وإشارات التحكم بين المستخدمين.

- **بين مستخدم ومبدل ATM**: تستخدم الوصلة VCC لنقل إشارات التحكم بين المستخدم والشبكة.
- **بين مبدلات الشبكة**: تستخدم الوصلة VCC في هذه الحالة من أجل إدارة حركة البيانات في الشبكة.

٧- ٤ خصائص القنوات والممرات الوهمية

قامت هيئة ITU-I بالتعريف بخصائص وصلات القنوات الوهمية وهي:

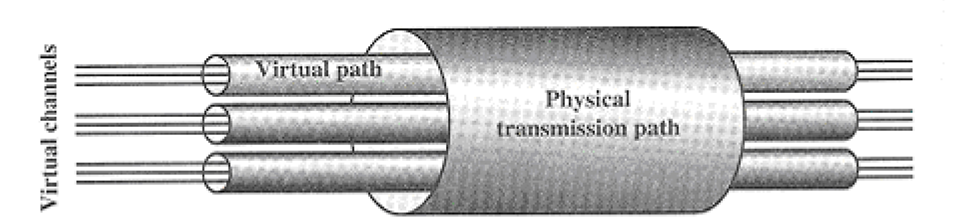
- **نوعية الخدمة**: يجب أن يزود مستخدم الوصلة VCC بنوعية خدمة محددة مثل نسبة فقد الخلايا (النسبة بين الخلايا المفقودة والخلايا التي تم إرسالها) وأيضا زمن تأخير الخلايا المرسلة الأعظم والأصغر.
- **إمكانية وجود نوعين من الوصلات (وصلات قنوات وهمية دائمة- وصلات قنوات وهمية متبادلة)**: حيث تحتاج النوعية الأولى من الوصلات لوجود قنوات ثابتة ودائمة وتحتاج النوعية الثانية لإشارات تحكم من أجل إنشاء الاتصال.
- **سلامة تسلسل الخلايا**: تسلسل الخلايا خلال الوصلة VCCلابد أن يكون مؤمناً.
- **مراقبة معدل الاستخدام**: دراسة معدل حركة البيانات في الشبكة وإمكانية التفاوض على عمل حركة البيانات بين المستخدم والشبكة من أجل كل وصلة VCC، حيث تتم مراقبة معدل الخلايا الداخلة إلى الوصلة للتأكد من عدم تجاوز الحدود (المعدلات) المتفق عليها.
- **نوعية المعدلات (البارامترات)**: التي تحدد معدل نقل البيانات يجب أن تكون قابلة لأن يتم التفاوض عليها مثال ذلك (معدل متوسط- معدل أعلى لنقل البيانات) والفترة الزمنية التي يستمر فيها ذلك المعدل.

- استراتيجية الشبكة: قد تحتاج الشبكة لعدد من الاستراتيجيات التي تعتمد عليها لمعالجة الزحام Congestion وإدارة الوصلات VCCs المطلوب إنشاؤها أصلا، وعند مستوى معين من الاكتظاظ يتم رفض حالات طلب الـ VCCs الجديدة لمنع ازدياد الزحام أو قد يتم نبذ أو تجاهل بعض الخلايا إذا تم تجاوز المعدلات (البارامترات) المتفق عليها، أو إذا أصبح الزحام خطيراً على الشبكة وفي بعض المواقف الصعبة جدا قد يستدعي الأمر فصل بعض الوصلات الموجودة مسبقا.. كما قامت هيئة ITU-I بالتعريف بخصائص وصلات الممرات الوهمية، وفي تلك الخصائص توجد أربع خصائص مماثلة لتلك المذكورة سابقا في الوصلات VCCs وهي نوعية الخدمة لمستخدم الـ VPCs دائمة ومتبادلة، سلامة تسلسل الخلايا، مراقبة معدل الاستخدام، وإمكانية التفاوض على معدل نقل البيانات، وبالإضافة إلى ذلك توجد ميزة خامسة وهي منع استخدام بعض معرفات القنوات الوهمية داخل الـ VPC، حيث تستخدم تلك المعرفات (الأرقام) من قبل الشبكة من أجل عملية إدارتها.

٧- ٥ الوصلات المنطقية في تقنية ATM (ATM Logical Connection- ATM)

تسمى الوصلات المنطقية في تقنية ATM بوصلات القنوات الوهمية VCCs والتي تم ذكرها سابقا وهي مشابهة للوصلات المنطقية المستخدمة في شبكات الـ Frame Relay و X.25، والقناة الوهمية يمكنها نقل البيانات في اتجاه واحد فقط ولكن عند وجود قناتين تملكان نفس معرف الاتصال يصبح النقل ثنائي الاتجاه، حيث تنقل كل قناة المعلومات الخاصة بها باتجاه معاكس للقناة الأخرى، ولابد أن نعرف عن القناة الوهمية هو أن معرف الاتصال الخاص بها والذي يتألف من جزأين هما المعرف VPI والمعرف VCI يتم تحديده بقيمة معينة عند المرسل، ولكن هذه القيمة يتم تغيرها عندما تعبر الوصلة أول مبدل لشبكة ATM مع أن الوصلة لم تتغير، ولكن سبب ذلك هو أن كل مبدل يملك جدول التوجيه الخاص به لتعريف أي وصلة وعند مرور الخلايا عبر المبدلات سوف تقوم المبدلات أيضا بتغيير معرفات الخلايا تبعا لجدول التوجيه الخاص بكل مبدل، وعليه يمكن تعريف خط القناة الوهمية بأنه جزء منVCC يصل بين مبدلين بشبكة ATM، كما يتم إنشاء الوصلة الوهمية بين أي نظامين عن طريق إرسال رسالة طلب اتصال ليتم إنشاء الاتصال وبعد ذلك وبشكل متعاقب يتم إرسال خلايا البيانات عبر نفس الطريق الذي سلكته رسالة الطلب الأولى لتصل إليهدفها.

بالإضافة إلى ما يعرف بالـ VCC فقد تم تطوير مفهوم آخر وهو مفهوم وصلة الممر الوهمي VPC، وهي عبارة عن مجموعة أو حزمة boundle من الـ VCCs التي تملك نفس نقطة البداية (المصدر) ولها نفس نقطة النهاية (الهدف) كما هو مبين بالشكل(٧- ٣).



ATM Connection Relationships

شكل ٧-٣

وهكذا فإن جميع الـVCCs في وصلة ممر وهمي VPC معينة يمكن التحكم بها دفعة واحدة كأن يتم تغير اتجاهها مع بعضها عن طريق تغيير اتجاه VPC المعنية، أي إنه يمكننا تطبيق عمليات إدارة الشبكة على عدد صغير من الوصلات (وهو عدد الـVPCs) بدلا من تطبيق ذلك على عدد كبير من الوصلات (وهو عدد ال VCCs) المستقلة.

المميزات المتعلقة باستخدام الممرات الوهمية Virtual Paths:

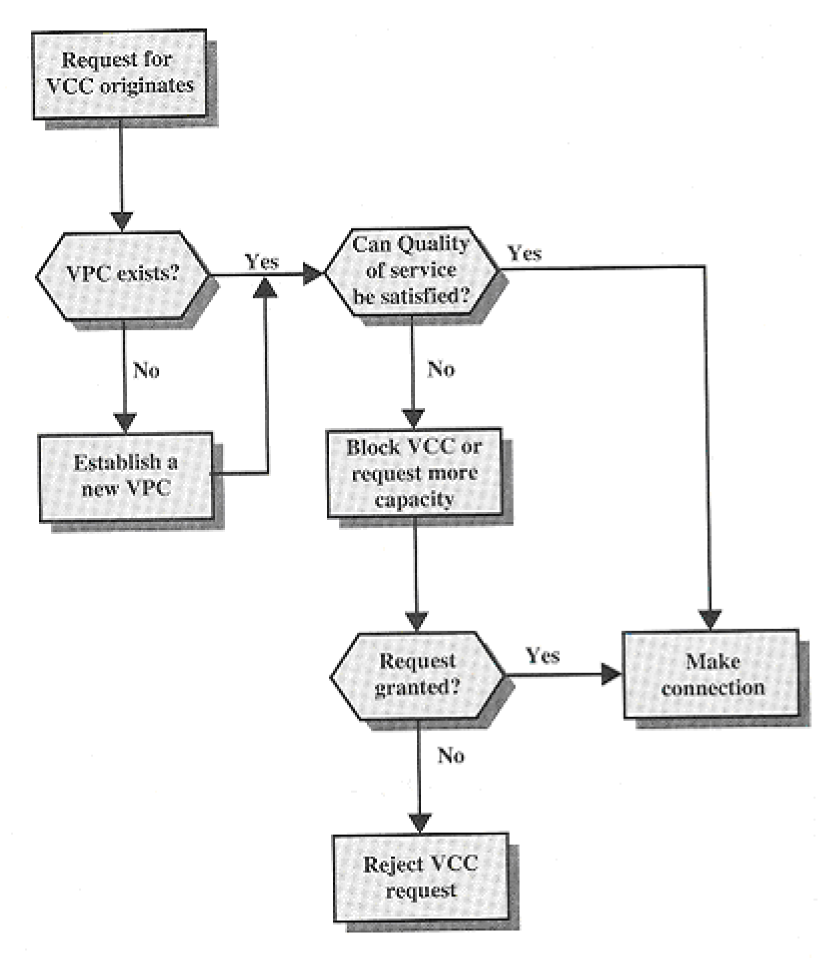
١- **بنية شبكة أبسط:** حيث يمكن تقسيم وظائف النقل في الشبكة إلى قسمين، الأول يتعلق بالوصلات المنطقية المستقلة (القنوات الوهمية) والآخر يتعلق بمجموعة من الوصلات المنطقية (الممرات الوهمية).

٢- **أداء ووثوقية أفضل للشبكة:** وذلك بسبب تعامل الشبكة مع عدد أقل من الوصلات.

٣- **زمن تهيئة اتصال أقصر:** حيث يتم معظم العمل عند إنشاء الممر الوهمي، وحيث يتم حجز سعة معينة من ممر النقل Transmission Path عند إنشاء أي ممر وهمي وبعد ذلك يتطلب إنشاء أي VCC تابعة لذلك الممر الوهمي تنفيذ عمليات تحكم بسيطة عند نقطة النهاية end-points (المرسل والمستقبل) لوصلة الممر الوهمي، ولا يتطلب إنشاء تلك الوصلة أي عمليات معقدة عند نقاط العبور (المبدلات).

الشكل(٧- ٤) يبين مخططاً عاماً لعملية إنشاء الاتصال باستخدام القنوات الوهمية والممرات الوهمية عن طريق الخطوات التالية:

- عملية التحكم بالممر الوهمي تتضمن تحديد طريق ذلك الممر وسعة الممر وتخزين معلومات عن حالة الوصلة.
- من أجل إنشاء قناة وهمية ما ، يتم إجراء عمليات تحكم تتضمن عمليات فحص لوجود وصلة ممر وهمية بين المصدر والهدف، وبسعة كافية لدعم تلك القناة الوهمية وتخزين معلومات عن الحالة الجديدة للقنوات والممرات الوهمية



Call Establishment Using Virtual Paths

شكل ٧-٤

٧-٦ إشارات التحكم (Control Signaling)

تحتاج شبكات ATM إلى إلى ة لإنشاء وتحريرالـ VCCs والـ VPCs وتبادل البيانات أثناء تنفيذ أي عملية وتسمى هذه الآلية بإشارات التحكم والتي يتم تبادلها خلال وصلات منفصلة عن تلك التي تنقل البيانات الفعلية، وقد تم تحديد أربع طرق من أجل تزويد الشبكة بالإمكانيات اللازمة لإنشاء أو تحرير الوصلات VCCs وهذه الطرق هي:

- قد يتم استخدام وصلات VCCs شبه دائمة Semi permanent من أجل تبادل البيانات بين المستخدمين، وفي هذه الحالة ليس هناك حاجة لإشارات تحكم.
- في حالة عدم وجود قناة دائمة لنقل إشارات التحكم، يجب إنشاء قناة، وذلك بأن يتم تبادل إشارات تحكم معينة بين المستخدم والشبكة على هذه القناة المعينة أي إننا بحاجة لقناة دائمة ذات معدل نقل منخفض والتي تستخدم لإنشاء الوصلات VCCs تستخدم من أجل التحكم بالاتصال، وتسمى تلك القناة الدائمة ذات المعدل المنخفض للنقل بالقناة البادئة بالتأشير Meta-Signaling Channel لأنها تستخدم لإنشاء قنوات التحكم.
- القناة البادئة للتأشير يمكن أن تستخدم لإنشاء قنوات لإشارات التحكم بين المستخدمين، وهذه القناة المنشأة يجب أن يتم إنشاؤها قبل إنشاء VPC، ويمكن استخدام القناة المنشأة بعدها لإنشاء وتحرير VCCs بين المستخدمين وبدون تدخل الشبكة.

أما بالنسبة لـ VPCs فقد تم تحديد ثلاث طرق لإنشاء وتحرير تلك الوصلات وهذه الطرق هي:

- يمكن أن تكون الوصلات VCCs شبه دائمة، وفي هذه الحالة ليس هناك ضرورة لإشارات تحكم لإنشاء الـ VCCs.
- يمكن أن يتم التحكم بإنشاء وتحرير الـ VPC من قبل المستخدم وفي هذه الحالة يتم استخدام VCC معينة لنقل إشارات تحكم تقوم بطلب VPC من الشبكة.
- يمكن أن يتم التحكم بإنشاء وتحرير الـ VPC من قبل الشبكة، وفي هذه الحالة قد تقوم الشبكة بإنشاء أوتحرير VPC معينة.

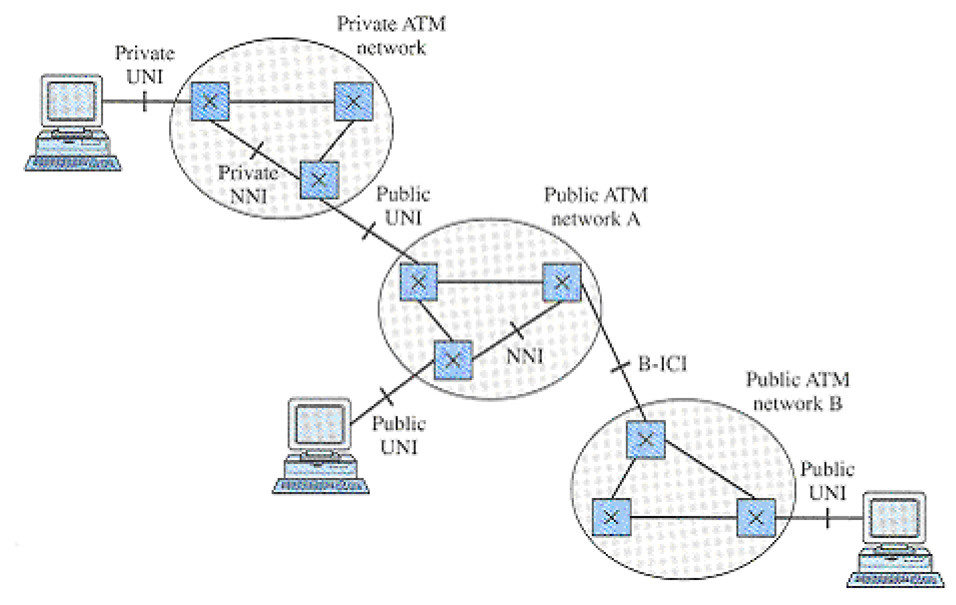
٧- ٧ خلايا (ATM Cells) ATM

يستخدم نظام النقل غير المتزامن ATM خلايا ثابتة الحجم (٥٣ بايت) تتألف من مقدمة Header طولها ٥ بايت وحقل للمعلومات بطول ٤٨ بايت، وفي الحقيقة لا تكون جميع البيانات الموجودة في حقل البيانات هي معلومات المستخدم، وإنما يكون جزء منها معلومات تحكم، وهناك مزايا عديدة لاستخدام خلايا صغيرة وثابتة الحجم:

- أولها، إرسال خلايا صغيرة ينقص من زمن التأخير للخلايا ذات الأفضلية العليا أثناء انتظارها في طابور الانتظار، فإذا وصلت خلية ذات أفضلية عليا إلى الطابور عند بدء إرسال خلية ما، فإن الخلية ذات الأفضلية العليا تنتظر فقط الزمن اللازم لإرسال تلك الخلية الثانية فقط.
- ثانيها، أنه يمكن تبادل الخلايا ذات الحجم الثابت بشكل أكثر مرونة وفعالية وبخاصة عند معدلات النقل العالية للمعلومات.

تتكون خلية ATM من :

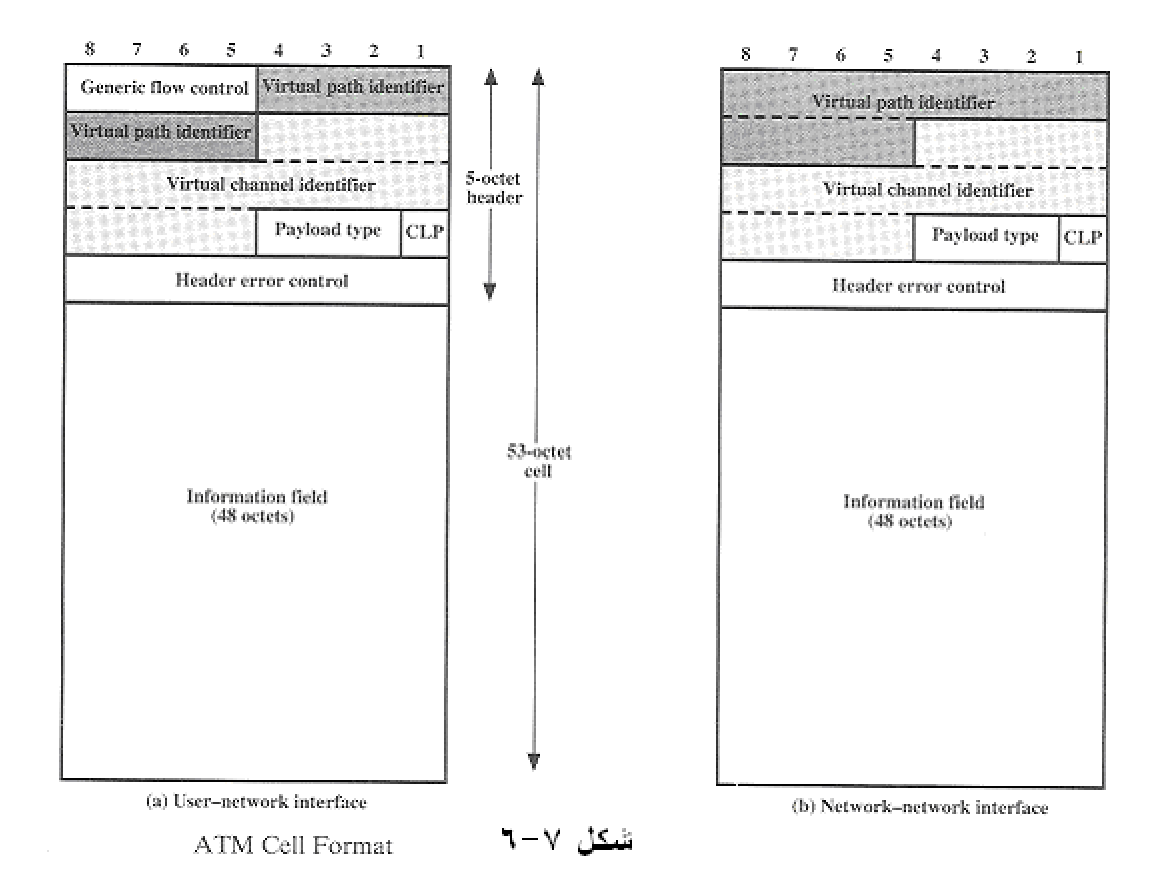
١- حقل أو شكل المقدمة **Header Format** : يمكن تمييز الوصلات في شبكة ATM المبينة بالشكل(٧- ٥) كما يلي: وصلة بين المستخدم والشبكة User Network Interface (UNI) ، ووصلة بين مبدلي شبكة ATM .



ATM network interfaces.

شكل ٧- ٥

وعندما تعبر الخلية أيا من الوصلتين يبقى طول كل من المقدمة وحقل المعلومات ثابتاً ويوضح شكل (٧- ٦ أ) تكوين المقدمة في الوصلة بين المستخدم بالإضافة إلى حقل المعلومات، كما يوضح شكل (٧- ٦ب) تكوين المقدمة داخل الشبكة أي في الوصلة NNI بالإضافة إلى حقل المعلومات.



ATM Cell Format شكل ٧-٦

يتم إرسال أي من الخليتين (شكل a أو b) ابتداء من البت الأعلى من جهة إلى سار وباتجاه إلى مين وعند انتهاء البايت يتم الإرسال من إلى سار لليمين حتى ينتهي السطر الأول ثم الثاني وهكذا ، وفيما يلي توضيح لأهم الحقول في الخليتين:

٢- حقل التحكم بالتدفق العام **Generic Flow Control (GFC)** : هذا الحقل موجود بشكل مقدمة الخلية في حالة الوصلة بين المستخدم والشبكة فقط UNI وهو يتكون من ٤ بت وهو يستخدم للتحكم في تدفق الخلايا ويعين المستخدم على التحكم في اختيار تدفق معين للبيانات إلى الشبكة، مما يعني إمكانية اختيار خدمات ذات نوعيات مختلفة.

- معرف الممر الوهمي **VPI**: وتستعمله الوصلة كحقل توجيه، ويتكون من ٨ بت عندما تكون الخلية موجودة في الوصلة بين المستخدم والشبكة UNI ويتكون من ١٢ بت عندما تعبر تلك الخلية أي وصلة بين مبدلات الشبكة NNI مما يسمح بتأمين ممرات وهمية أكثر داخل الشبكة.

- معرف القناة الوهمية **VCI**: يستخدم من أجل توجيه البيانات من وإلى المستخدمين ويشبه إلى حد كبير نقطة ولوج الخدمة Service Access Point وهذا الحقل يتكون من ١٦ بت.

٣- حقل نوع التحميل**Payload Type** : يشير هذا الحقل إلى نوعية البيانات في حقل المعلومات، والتي يمكن أن تكون بيانات مستخدم أو بيانات من أجل إدارة أو إصلاح الشبكة، وهذا يسمح لنا

بإرسال خلايا لإدارة الشبكة داخل الـ VCC التابعة لمستخدم ما بدون التأثير على بيانات هذا المستخدم.

٤- **حقل أفضلية فقد الخلية Cell Loss Priority (CLP)** : هذا الحقل مكون من بت واحدة وهي تقدم للشبكة الإرشاد والتوجيه المناسب في حالة وجود ازدحام، فالقيمة ٠ في خانة CLP تشير إلى أن للخلية أفضلية أعلى ولا يجب إهمال هذه الخلية إلا في حالة عدم وجود أي خيار آخر وهو وجود القيمة ١ في خانة CLP والتي تشير إلى أن هذه الخلية يمكن إهمالها عند وجود ازدحام بالشبكة.

٥- **حقل التحكم بخطأ المقدمة Header Error Control (HEC)** : هذا الحقل يتكون من ٨ بت تستخدم للتحكم في الأ خطأ التي قد تحدث في مقدمة خلية ATM المكونة من ٣٢ بت، حيث يتم فحص المقدمة عند مرور الخلية عبر أي مبدل، وذلك لإنقاص عدد الخلايا التي يتم نقلها بشكل خاطئ نتيجة لخطأ في مقدمة الخلية، أما حقل المعلومات فلا يتم فحصه عند أي مبدل تعبره الخلية وإنما يتم فحصه عند وصول الخلية لنقطة النهاية (الهدف) وذلك لسببين، الأول هو إنقاص زمن التأخير عند كل مبدل، واللازم لفحص هذا الحقل الكبير، والثاني هو أنه في معظم التطبيقات ذات الزمن الحي أو الفعلي Real Time Applications لا يهمنا حدوث خطأ في إحدى الخلايا بقدر ما يهمنا سلامة تسلسل الخلايا المستقبلة عند نقطة النهاية.

٦- **حقل المعلومات Information Field** : هذا الحقل يتكون من ٤٨ بايت ليست كلها معلومات للمستخدم ولكنها يمكن أن تحتوي على بيانات تحكم.

٧- ٨ خدمات ATM (ATM Services)

تم تصميم شبكات ATM لكي تكون قادرة على نقل عدة أنواع مختلفة من الإشارات معا في وقت واحد مع الأخذ في الاعتبار خصائص تلك الإشارات ومتطلبات التطبيقات، مثال ذلك تطبيقات البث الحي للإشارات المرئية يجب أن ينقل بأقل تغير في زمن التأخير. سوف نقوم بتصنيف الخدمات حسب ما تم تحديدها من قبل منتدى أو ATM Forum :

١- خدمات الزمن الحقيقي Real-Time Services

تنقسم هذه الخدمات إلى:

أ- **خدمات معدل النقل الثابت (Constant Bit Rate -CBR):**

هذه الخدمة تستخدم في التطبيقات التي تحتاج للبيانات ذات المعدل الثابت والاتصال الحي ومعظمها يستخدم في التطبيقات السمعية والمرئية غير المضغوطة، ومن أهم هذه التطبيقات : المؤتمرات المرئية- المحادثات التليفونية- التوزيع المرئي/السمعي للمشاهدة أو التعليم.

ب- خدمات معدل النقل المتغير Time Variable Bit Rate (rt-VBR)-:

هذه الخدمة تستخدم في التطبيقات ذات حساسية الزمن أي التي تتطلب تغيراً في زمن التأخير كما إن البيانات المراد إرسالها بواسطة هذه الخدمات تكون ذات معدلات متغيرة مما يجعل الشبكة أكثر مرونة من النوع السابق وذلك باستخدام طريقة التعدد الإحصائي (الغير متزامن) لعدد الوصلات على نفس السعة المخصصة مع توفير نفس الخدمة لكل وصلة. أحد تطبيقات هذه الخدمات، الطريقة القياسية لانضغاط المرئيات ناتجة عن سلسلة من إطارات الصور ذات الأحجام المتغيرة، ونظرا لأن البث الحي للمرئيات يتطلب معدل إرسال منتظم للإطارات، فإن معدل إرسال البيانات الفعلي يكون متغيراً.

٢- خدمات الزمن غير الحقيقي Non-Real-Time Services

تنقسم هذه الخدمات إلى:

أ- خدمات الزمن غير الحقيقي ومعدل نقل متغير Non-Real-Time Variable Bit Rate (nrt-VBR): في بعض التطبيقات يكون من الممكن للشبكة توفير التحسين في جودة الخدمة QoS في محيط الفقد والتأخير. من أمثلة هذه الخدمات، الحجز على الخطوط الجوية، المبادلات البنكية، وبعض العمليات الأخرى.

ب- خدمات معدل النقل غير المحدد (Unspecified Bit Rate -UBR):

عند أي وقت محدد، نجد أن الكمية المحددة لسعة شبكة ATM تستنفذ في حمل إشارات ذات CBR ونوعين من إشارات ذات VBR، أيضا سعة إضافية متوفرة لغرض أو غرضين هما: ١- ليست كل المصادر تملك تهيئة إشارات CBR وVBR, ٢- طبيعة حزمة إشارات VBR تعني أنه في بعض الأوقات أقل من السعة المسموحة يمكن استخدامها. كل هذه السعة غير المستخدمة يمكن جعلها صالحة من أجل خدمة UBR التي تتضمن: نقل الصور- النصوص- البيانات- الرسائل- الإرسال عن بعد.

ت- خدمات معدل النقل المقبول (Available Bit Rate -ABR)

تطبيقات إرسال حزم البيانات التي تستخدم بروتوكول end-to-end مثال TCP يمكن اكتشاف الاكتظاظ بالشبكة بواسطة التأخيرات الحادثة والطرود المحذوفة، ومع ذلك لا يمكن لـ TCP من تقليل هذا الازدحام بقدر الإمكان. يمكن تحسين الخدمة باستخدام ABR وذلك عن طريق تحديد ما يسمى Peak Cell Rate (PCR) التي سوف تستخدم وMinimum Cell Rate (MCR) المطلوبة. أحد التطبيقات التي تستخدم ABR هي شبكات الـ LAN التي يتم ربطها بشبكة ATM عن طريق موجهات.

٧- ٩ خدمات AAL (AAL Services)

وضعت هيئة ITU-I قائمة بالخدمات التي تقدمها الطبقة AAL وهي:

- معالجة الأخطأ الناتجة عن النقل خلال قنوات التراسل (في حقل معلومات الخلية).
- تقطيع كتلة المعلومات الكلية القادمة من الطبقات العليا إلى أجزاء بحيث يمكن وضع أي جزء منها داخل حقل المعلومات في خلية ATM وإعادة تجميع تلك الأجزاء (المعلومات) من الخلايا عند نقطة الاستقبال.
- معالجة حالات فقدان الخلايا أو سوء إدخالها إلى خط النقل.
- التحكم بتدفق وتوقيت الخلايا.

أسئلة الوحدة السابعة

أجب عن الأسئلة الآتية:

س١ : اذكر المستويات الثلاثة لبروتوكول ATM

س٢ : ما هي طبقات بروتوكول ATM؟

س٣: عرف المصطلحات الفنية الآتية:

- وصلة القناة الوهمية VCC
- خط القناة الوهمية VCL

س٤ : ما هي المميزات المتعلقة باستخدام الممرات الوهمية V P؟

س٥ :ما هي مزايا استخدام ATM خلايا صغيرة وثابتة الحجم ؟

س٦ : اذكر الخدمات المختلفة المقدمة من ATM ؟

اتصالات البيانات والشبكات

الشبكات المحلية وأجهزتها (LANs and Its Instruments)

الوحدة الثامنة : الشبكات المحلية وأجهزتها (LANs and Its Instruments)

الجدارة:

دراسة هذا النوع من الشبكات والأجهزة المستخدمة لبناء هذه الشبكات والتقنيات المختلفة المستخدمة في هذه الشبكات.

الأهداف:

عندما تكتمل هذه الوحدة يكون المتدرب قادرا على:

١- التعرف على المواصفات والمعايير المختلفة لتقنية شبكة إيثرنت.

٢- بناء الإطار ومعرفة الية الوصول لوسيط شبكة الإيثرنت.

٣- التعرف على التقنيات الأخرى ومعرفة اليةالوصول لوسيط الشبكة الخاص بتلك التقنية مثل Token Bus-Token Ring- FDDI .

٤- المقارنة بين تلك التقنيات المختلفة.

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب: 6 ساعات.

الوسائل المساعدة:

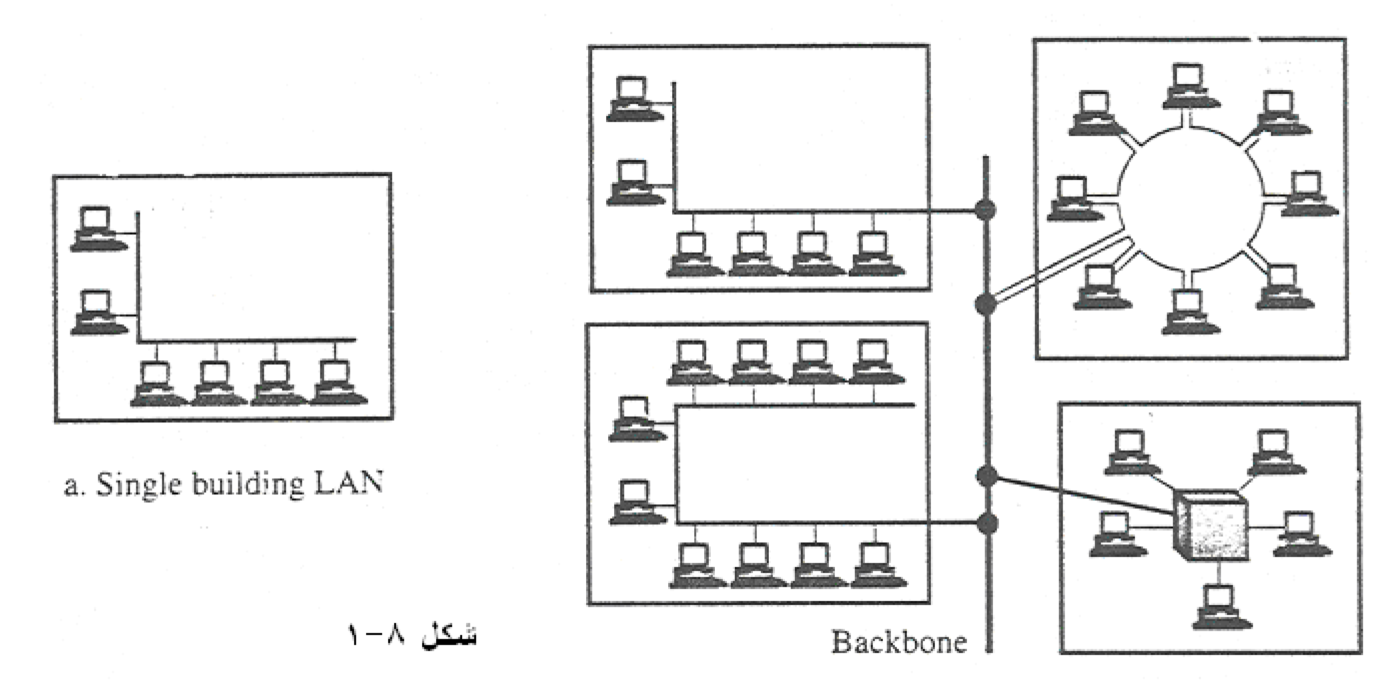
تنفيذ التدريبات العملية بالمعمل.

متطلبات الجدارة:

اجتياز جميع المقررات السابقة.

٨- ١ مقدمة

شبكة الحاسب المحلية يمكن اعتبارها نظاماً من نظم اتصالات البيانات والتي يمكنها ربط عدد من أجهزة الحاسب المختلفة والأجهزة المعاونة الأخرى كالطابعات والراسمات ووحدات المعالجة والتخزين معا في شكل هندسي معين (نجمي- حلقي- معبر) بواسطة أجهزة ومعدات الربط المختلفة وفي منطقة جغرافية محدودة مثال ذلك، مكتب أو مبنى سكني أو معمل أو كلية أو شركة أو مؤسسة أو غير ذلك كما هو مبين بالشكل(٨- ١).



شكل ٨-١

ومن أهم خصائص الشبكات المحلية هذه ما يلي:

- محدودية المسافة بين وحدات الشبكة وذلك لوجودها في منطقة جغرافية محددة وعادة لا يتجاوز امتدادها لـ ١٠ كم.
- سهولة الاتصال وتبادل البيانات بين وحدات الشبكة المتباعدة.
- سرعة التراسل العالية بين وحدات الشبكة حيث تزيد عن ١ ميجا بت/ث وقد تصل إلى ١٠٠ ميجا بت/ث أو أعلى من ذلك في الشبكات المحلية عالية السرعة.
- تكون إدارة الشبكة وملكيتها لهيئة خاصة وليست حكومية كإدارة كلية أو جامعة أو مؤسسة أو مصنع أو غير ذلك.

ومن أبرز الأمثلة لشبكات الحاسب المحلية في حياتنا العملية شبكة الحاسب في معامل الحاسبات الآلية في المدارس أو الكليات والتي تقوم بربط عدد من أجهزة الحاسب الآلي والتي تتيح لمستخدميها الاشتراك في وحدات تخزين الملفات أو البرامج المتنوعة الموجودة على الأجهزة المختلفة بالشبكة أو إجراء الاختبارات لمتدربي هذه المعامل عن طريق هذه الشبكة بالإضافة إلى إمكانية الاشتراك في أجهزة الطابعات المرتبطة بالشبكة.

٨- ٢ أهم متطلبات شبكات الحاسب المحلية

عند بناء شبكات الحاسب المحلية يجب أن يؤخذ في الاعتبار توفير المتطلبات التالية:

- النطاق الترددي لقناة التراسل يكون عاليا لتوفير سرعة تراسل بيانات عالية.
- الشكل الهندسي لتوزيع مكونات الشبكة (topology) يكون مناسبا مع سهولة الصيانة وسهولة توسيع الشبكة في المستقبل.
- جودة تراسل عالية (أقل معدل خطأ ممكن).
- استخدام البروتوكولات المناسبة لإدارة الشبكة ومواردها المختلفة.
- أقل تكلفة لوسط التراسل المستخدم بالشبكة وأيضا مكونات الشبكة المحلية.
- اعتبار كل بيانات الشبكة جزءاً لا يتجزأ من مكونات الشبكة.
- التوافق مع التطوير المستقبلي لمكونات الشبكة بحيث يمكن تحديث مكوناتها سواء المادية أو المنطقية.
- إمكانية الاشتراك في شبكة الهاتف أو الاستقلال التام عنها حسب الرغبة.

تتنوع شبكات الحاسب المحلية حسب شكل الشبكة الهندسي الخارجي التي سبق شرحها سابقا وطريقة أو مداولة التوصل بالشبكة وكذلك حسب تقنية قنوات التراسل للشبكة وذلك حسب المعايير القياسية للهيئات الدولية.

٨- ٢- ١ أجهزة الشبكات المحلية

ترتبط بالشبكة المحلية أجهزة ومعدات متعددة والتي يتشارك مستخدمو الشبكة في الاستفادة من خدماتها وتختلف أجهزة ومعدات هذه الشبكة بحسب الوظائف التي تتولى أداءها بالشبكة وفيما يلي بيان لأنواع أجهزة ومعدات شبكة الحاسب المحلية:

أ- وحدة الخادم **Server**.

يمثل هذا الجهاز مركز الشبكة ويتكون عادة من جهاز حاسب سريع الأداء ذي قدرات معالجة وتخزين وذاكرة عالية ويحتوى أيضا على البرمجيات المطلوبة للتشغيل والتحكم في عمليات الشبكة المختلفة والتي يطلق عليها برامج تشغيل الشبكة ويقوم هذا الجهاز بالتخاطب مع أجهزة الشبكة المختلفة وإرسال الملفات والبيانات المطلوبة لها من أقراص التخزين الثابتة الملحقة به.

ب- وحدة المشترك **(Client Station)**

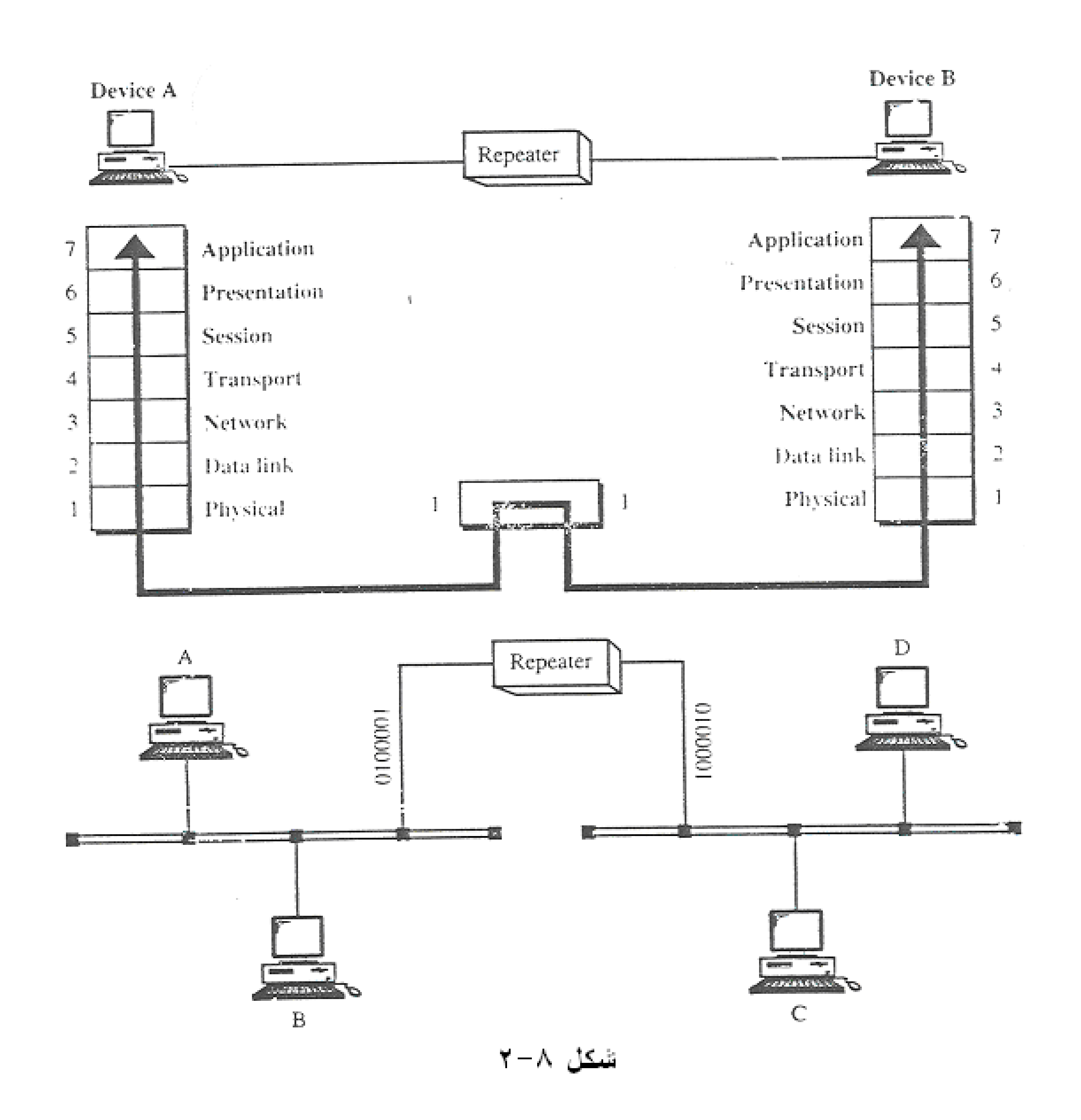
يرتبط بالشبكة المحلية عدد من أجهزة الحاسب محدودة القدرة مقارنة بجهاز الخدمة الرئيس ذات الأداء المتميز لذا فإن وحدة المشترك تقوم بأداء مهام معينة من برمجة وتخزين ملفات بها وأداء بعض العمليات التي تستطيع إجراءها ، باستخدام نظام تشغيل خاص بها كما تقوم وحدة المشترك بمخاطبة جهاز الخدمة الرئيس أو وحدات مشتركي الشبكة الآخرين عند الحاجة إلى برمجيات أو بيانات خارج وحدة المشترك هذا وذلك باستخدام نظام تشغيل الشبكة الموجود على جهاز الخدمة الرئيس .

ت- وحدات الخدمة المساندة **(Peripherals Server)**

تقوم هذه الأجهزة بتوفير خدمات معينة كالطباعة والتخزين لوحدات المشتركين وجهاز الخدمة الرئيس من خلال ربط هذه الوحدات بالشبكة.ومن أهم وحدات المساندة آلات الطباعة المتنوعة ووحدات التخزين على الأقراص المختلفة والمرتبطة بالشبكة والتي يشارك في استخدامها كافة مستخدمي الشبكة كذلك جهاز معالج الاتصال بالبيئة الخارجية والذي يتولى التنسيق بين شبكة الحاسب والوحدات الأخرى غير المرتبطة مباشرة بالشبكة مثال ذلك الاتصال بالشبكة العامة للهاتف.

ث- المكررات **(Repeaters)**

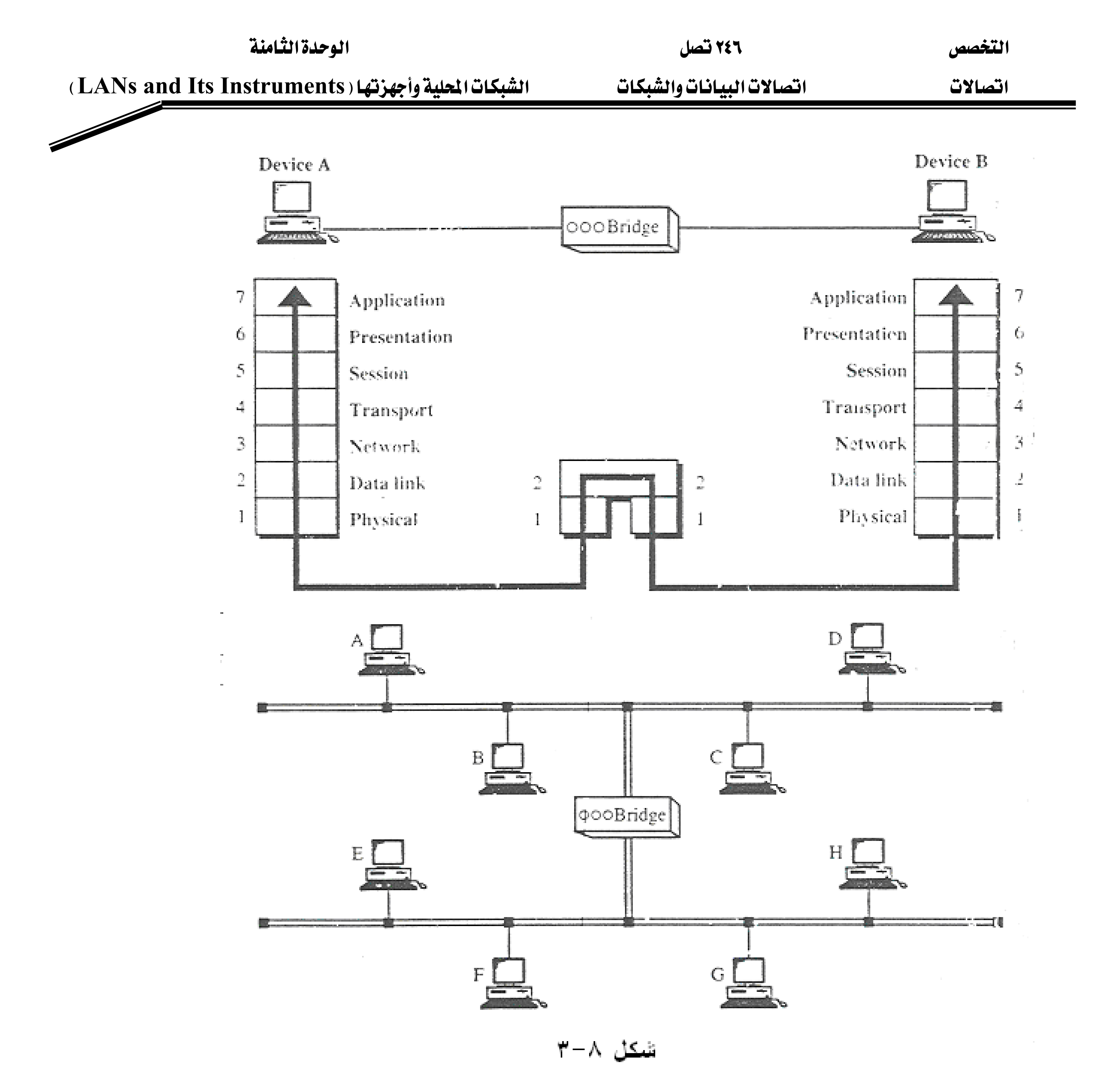
المكرر أو المضخم هو وحدة تستخدم لإعادة توليد وتكبير الإشارة في نفس الشبكة المحلية وذلك لتعويض تأثير قناة الاتصال من توهين وضوضاء وإمكانية تغطية مسافة أكبر بالشبكة المحلية. تعمل المكررات عند الطبقة الفيزيائية للنموذج المرجعي للشبكات OSI. الشكل(٨- ٢) يبين توصيل المكرر بالشبكة وتوصيل المكرر بالطبقة الفيزيائية للنموذج المرجعي OSI.



شكل ٨-٢

ج- الجسور(Bridges)

الجسر هو وحدة ذات منفذين تستخدم لتوصيل جزأين للشبكة المحلية الواحدة ببعضها أو توصيل شبكتين محليتين متشابهتين أي يستخدمان نفس البرتوكول مما يؤدي إلى التقليل من احتمال وقوع التصادم. يستطيع الجسر قراءة عنوان المرسل إليه من خلال إطار البيانات المرسلة من أحد أجزاء الشبكة إلى الجزء الآخر مما يعني أن الجسور تعمل عند الطبقتين الفيزيائيتين وربط البيانات للنموذج المرجعي للشبكات OSI. الشكل(٨- ٣) يبين توصيل الجسر بالشبكة وتوصيل الجسر بالنموذج المرجعي للشبكة.

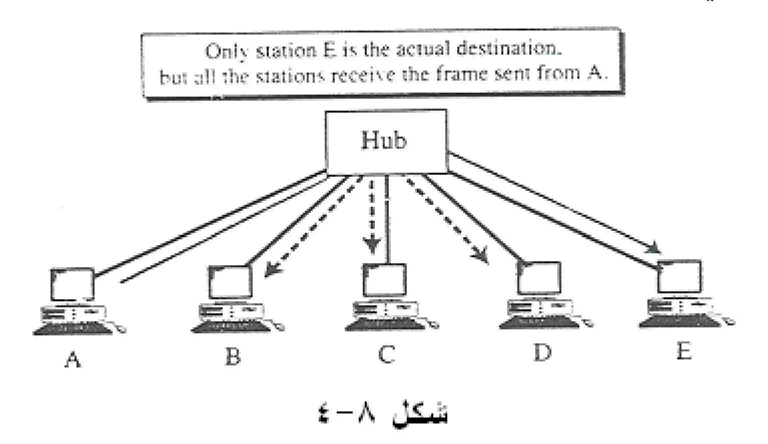


شكل ٨-٣

ح- المجمعات (HUBS)

المجمع هو جهاز يستخدم لربط حاسبات الشبكة سواء في بنية نجمية أو حلقية بواسطة الأسلاك المزدوجة أو الكيبلات المحورية أو كيبلات الألياف البصرية. تدخل الإشارة القادمة من أحد وحدات الشبكة إلى أحد منافذ المجمع الذي يقوم بإعادة تقويتها وبث هذه الإشارة إلى جميع منافذ المجمع

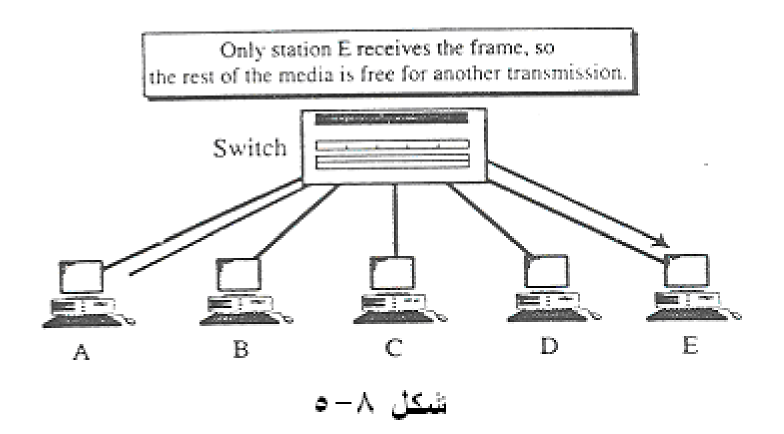
ليلتقطها جهاز استقبال واحد وهذا بعد التحقق بأنها مرسلة إليه عن طريق العنوان الموجود بالبيانات المستقبلة . يمكن توسعة الشبكة وزيادة عدد الحاسبات المربوطة عن طريق توصيل مجمع بمجمع ثان حيث تحتوي المجمعات على منفذ إضافي يسمى منفذ الربط التوسعي والذي يستخدم خصيصا للربط بمجمع آخر وليس لجهاز الحاسب لأن طريقة توصيل هذا المنفذ تختلف عن طريقة توصيل منافذ الدخول والخروج الأخرى. بما أن المجمعات تشبه في عملها إلى حد ما المكررات لذا فإنها تعمل على الطبقة الفيزيائية للنموذج المرجعي للشبكات OSI. الشكل(٨- ٤) يبين كيفية توصيل المجمع بالشبكة وتوصيل المجمع بالنموذج المرجعي للشبكة.



شكل ٨-٤

خ- المبدلات (Switches)

المبدل أو المقسم هو جهاز يربط أجهزة مشتركي الشبكة في بنية نجمية بواسطة الأسلاك المزدوجة أو الكيبلات المحورية أو الألياف البصرية. يشبه المبدل المجمع فيما يختص بالشكل وعدد المنافذ ويشبه الجسر في الوظيفة لذا يعمل المبدل عند الطبقتين الفيزيائيتين وربط البيانات للنموذج المرجعي للشبكات OSI. الفرق بين المجمع والمبدل هو أن المجمع يوجه كل بيانات الإطار الواردة إلى كل المنافذ ، أما المبدل فإنه يقوم بتحليل عنوان المرسل والمرسل إليه من بيانات الإطار الواردة إليه ، بعدها يقوم المبدل بتخصيص قناة مادية للاتصال بين المرسل والمرسل إليه. الشكل(٨- ٥) يبين كيفية توصيل المبدل بأجهزة الشبكة وتوصيل المبدل بالنموذج المرجعي للشبكة.

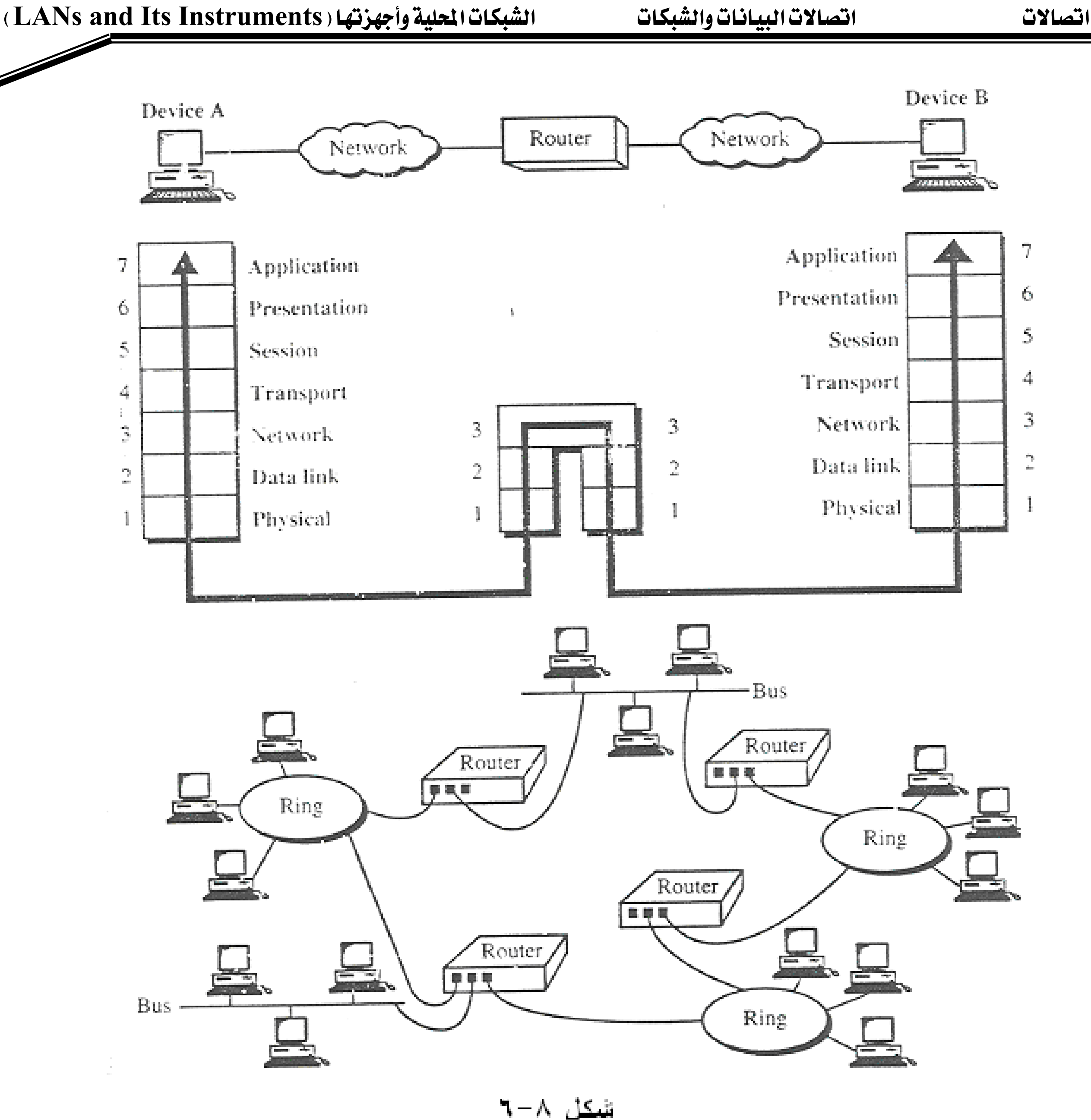


شكل ٨-٥

بما أن المبدل يتيح لكل جهاز بالشبكة أن يكون بحوزته قناة تراسل خاصة تربطه بالجهاز الذي يرغب في الاتصال به فهذا يعني أن الشبكة تكون خالية من الازدحام أو التصادم، كما أن تخصيص هذه القناة بكامل نطاقها الترددي يزيد من كفاءة تراسل الشبكة وتبادل البيانات بسرعة تراسل عالية قد تصل إلى ١٠٠ ميجا بت/ث.

د- الموجهات (Routers)

يعتبر الموجه من الأجهزة التي تستخدم لربط شبكتين محليتين بحيث يمكن أن تكون هاتين الشبكتين متشابهتين أو مختلفتين في البروتوكولات المستخدمة الأمر الذي يجعل الموجهات تعمل على الطبقات الفيزيائية وربط البيانات والشبكة للنموذج المرجعي للشبكات. الشكل(٨- ٦) يبين كيفية توصيل الموجه بأجهزة الشبكة وأيضا بالنموذج المرجعي للشبكة.



شكل ٨-٦

عندما يرغب أحد الأجهزة الموجودة على شبكة محلية الاتصال بجهاز موجود على شبكة محلية أخرى فإن الجهاز المرسل يقوم بإرسال بياناته إلى موجه الشبكة المحلية المربوط بها الذي يقوم بدوره بإرسال البيانات إلى الشبكة المحلية المقصودة والتي قد تكون متصلة مباشرة بالموجه في حالة ما إذا كان جهاز المستقبل موجوداً على هذه الشبكة أو إلى موجه آخر في حالة ما إذا كان جهاز المستقبل مربوطا على شبكة أخرى بعد تحليل عنوان المستقبل واختيار أنسب المسارات لإرسال البيانات ويعيد الموجه الثاني نفس العملية التي قام بها الموجه الأول وهكذا تستمر هذه العملية من موجه إلى آخر حتى تصل البيانات في النهاية إلى وجهتها الأخيرة عند المستقبل وكمثال لذلك فإن شبكة الإنترنت تعتبر نموذجاً لشبكة جامعة تتكون من عدد كبير من الشبكات المتصلة مع بعضها بواسطة الموجهات.

عندما تصل البيانات المرسلة من أحد الأجهزة المربوطة على الشبكة المحلية إلى الموجه وتدخل عبر أحد بطاقاته تتابع هذه البيانات طريقها لأعلى في النموذج المرجعي حتى تصل إلى طبقة الشبكة، حينئذ تتم إزالة إطار طبقة البيانات ثم يمرر الموجه البيانات لأسفل في النموذج المرجعي عبر بطاقة أخرى والتي تقوم بدورها بتغليف البيانات بإطار جديد يتضمن معلومات جديدة عن الوجهة التالية ثم يقوم الموجه بإرسال هذه البيانات إلى الشبكة المحلية الثانية وهكذا حتى تصل البيانات إلى المستقبل المقصود.

يتضمن الموجه جداول تسمى جداول التوجيه والتي تحتوي على معلومات عن الشبكة المحيطة به ومن خلال هذه الجداول يقوم الموجه باختيار المسار الخاص بإرسال حزمة البيانات إلى جهاز آخر متصل بالشبكة المجاورة له أو إرسالها إلى موجه آخر ويعتمد اختيار هذا المسار على عدة عوامل منها قصر طول هذا المسار ورخصه وسرعة تبادل البيانات والسرية وأمانة وصول البيانات إلى وجهتها وغير ذلك.

ذ- بطاقة أو كارت الشبكة (Network Card)

بطاقة الشبكة هي العنصر الذي يقوم بربط واتصال جهاز الحاسب بالشبكة وبدون هذه البطاقة لا يمكن لجهاز الحاسب الاتصال بالشبكة ويطلق على بطاقة الشبكة أيضا اسم المنفذ الذي من خلاله يتم الاتصال بالشبكة NIC حيث تعتبر بطاقة الشبكة الواجهة التي تصل بين جهاز الحاسب وكابل أو سلك توصيل الشبكة. ويتم تركيب وتثبيت هذه البطاقة في الفتحة أو الشق الموجود بجهاز الحاسب وهي مسؤولة عن القيام بمعظم بروتوكولات طبقة ربط البيانات والطبقة الفيزيائية وذلك عن طريق برنامج التشغيل الخاص بها. وتتضمن بعض بطاقات الشبكات أكثر من وصلة لكيبل التوصيل مما يتيح إمكانية التوصيل مع أكثر من نوع من كيبلات الشبكة مثال ذلك الوصلات RJ45, AUI, BNC.

وظائف بطاقة أو كارت الشبكة

يمكن تلخيص الدور الذي تقوم به بطاقة الشبكة في الوظائف التالية:

١- تغليف البيانات

عندما تستقبل بطاقة الشبكة البيانات القادمة من طبقة الشبكة والمسؤول عن توليدها بروتوكول طبقة الشبكة تقوم هذه البطاقة ببناء إطار حول هذه البيانات تمهيدا لإرسالها على الشبكة. أما في حالة الاستقبال تقوم بطاقة الشبكة بقراءة محتويات الإطارات الواردة وتمرير البيانات إلى طبقة الشبكة لتتم معالجتها حسب بروتوكول طبقة الشبكة.

٢- تحويل البيانات

تقوم بطاقة الشبكة بتحويل بيانات الإطار المكونة من بتات ثنائية إلى إشارة كهربية تتناسب مع نوع الكيبل المستخدم، حيث يمكن أن تكون الإشارة المرسلة عبارة عن نبضات كهربية في حالة استخدام الأسلاك النحاسية أو إشارات ضوئية في حالة استخدام الألياف البصرية وإشارات كهرومغناطيسية في حالة استخدام تقنية الإرسال اللاسلكي. أما في حالة الاستقبال فتقوم بطاقة الشبكة بتحويل أي نوع من الإشارات التي استقبلتها من كيبل الشبكة إلى بيانات ثنائية تمثل بيانات الإطار.

٣- إرسال واستقبال بيانات الإطارات

من وظائف بطاقة الشبكة إرسال واستلام الإشارات. تتم عملية الاستلام هذه بتفحص بطاقة الشبكة لعنوان وجهة حزم البيانات القادمة. في حالة ما إذا توافق عنوان الوجهة الموجود بالبيانات القادمة مع العنوان المادي لبطاقة الشبكة، تقوم بطاقة الشبكة بالتقاط هذه البيانات وتمريرها إلى الطبقات العليا. أما في حالة عدم توافق العناوين فتقوم بطاقة الشبكة بتجاهل حزم البيانات هذه.

٤- التخزين المؤقت

غالبا ما تكون سرعة نقل البيانات من ذاكرة جهاز الحاسب إلى بطاقة الشبكة أكبر من سرعة نقل البيانات من البطاقة إلى كيبل الشبكة. لذلك يجب تخزين هذه البيانات أو جزء منها على ذاكرة بطاقة الشبكة إلى أن تتمكن البطاقة من بثها إلى كيبل الشبكة. أما في حالة الاستقبال فتقوم بطاقة الشبكة بتخزين البيانات التي تصلها من قبل الشبكة إلى أن يصبح لدينا إطار كامل وجاهز للمعالجة من قبل طبقة ربط البيانات.

٥- تحويل التوازي / توالي

تنتقل البيانات في أجهزة الحاسب في ممرات تسمى معابر، وباستخدام هذه الممرات يتمكن المعبر من نقل كمية كبيرة من البيانات في نفس الوقت لأن هذا المعبر مكون من عدد من الأسلاك المتوازية.

توجد معابر قادرة على نقل ٨ بتات من البيانات في وقت واحد في شكل متوازي وتوجد أيضا معابر قادرة على نقل ١٦ بت أو ٣٢ بت أو ٦٤ بت في المرة الواحدة ويطلق على هذا النقل البث المتوازي. أما سلك توصيل الشبكة فيمكنه نقل بت واحدة من البيانات في المرة الواحدة وبالتالي تنقل البيانات في صورة متسلسلة أو متوالية عبر هذا السلك لذلكلابد من تحويل البيانات المتوازية القادمة من جهاز الحاسب إلى بيانات متتالية تنقل عبر سلك الشبكة. بطاقة الشبكة هي المسؤولة عن تحويل البيانات المنقولة بشكل

متواز داخل جهاز الحاسب إلى نقل بشكل متسلسل على سلك الشبكة ، هذا ما يحدث في حالة الإرسال، أما في حالة الاستقبال فتقوم بطاقة الشبكة بتحويل البيانات القادمة ذات النقل المتسلسل إلى الشكل ذات النقل المتوازي الذي يعمل به جهاز الحاسب.

٦- التحكم بالوصول إلى الوسيط

بطاقة الشبكة هي المسؤولة عن تنفيذ إلى ة التحكم بالوصول إلى الوسيط التي يستخدمها بروتوكول طبقة ربط البيانات والتي بواسطتها يتم تنظيم استخدام الشبكة بين أجهزة حاسبات هذه الشبكة ويختلف هذا البروتوكول حسب التقنية المستخدمة في شبكة الحاسب.

٧- البرمجيات

تستخدم شبكة الحاسبات المحلية عددا من البرمجيات لإدارة وتحكم الشبكة وأيضا تنفيذ العديد من التطبيقات عليها ويمكن تقسيم هذه البرمجيات المستخدمة إلى عدة أنواع رئيسة هي:

- برنامج نظام تشغيل الشبكة **Network Operating System**

يتولى نظام تشغيل الشبكة مهمة إدارة الشبكة من حيث التحكم في إرسال البيانات عن طريق بطاقة الشبكة بين وحدات الشبكة وتوزيعها على أجهزة الخدمة الرئيسة ووحدات المشتركين بالشبكة، كما تتحكم هذه البرامج في توزيع مهام الطباعة على الآلات الطابعة المرتبطة بالشبكة كما تتيح لمستخدمي الشبكة تخزين ملفاتهم على وحدات التخزين الموزعة على الشبكة بصورة تلقائية كما لو كان التخزين يتم على جهاز المشترك الخاص. أيضا تنظم برامج تشغيل الشبكة مهام الأمان والسرية وحماية بيانات مستخدمي الشبكة بحيث لا يستطيع دخول الشبكة إلا من كان يحق له ذلك ووفق كلمة السر المخصصة لدخوله، ويحدد نظام التشغيل للمستخدم أيضا الصلاحيات التي تحق مثل إزالة الملفات أو تعديلها أو قراءتها فقط وغير ذلك من الصلاحيات، كما يتولى نظام التشغيل مهام تقسيم المشتركين إلى مجموعات معينة بحيث تعطى الصلاحيات لمجموعة دون أخرى.

يقوم برنامج التشغيل كذلك بتوفير إمكانية قيام المستخدم بالعمل بمهام متعددة في نفس الوقت مثال ذلك قيام المستخدم بتنفيذ برنامج طباعة لملف مع تنفيذ برنامج آخر للمعالجة الحسابية أو عملية تخزين لملف في نفس الوقت. كما يسمح البرنامج لعدة مستخدمين بالعمل في نفس الوقت عبر الشبكة

من أنظمة تشغيل الشبكات الأكثر شيوعا نظام Windows NT ونظام NetWare ونظام Unix وقد تم في الآونة الأخيرة طرح إصدار جديد منه تحت اسم Linux.

- البرامج التطبيقية **Applications**:

يتم تثبيت عدد من البرامج التطبيقية على شبكة الحاسب المحلية للاستخدامات المتعددة مثال ذلك برامج معالجة الكلمات والنصوص، وبرامج الصحف المختلفة، وبرامج قواعد البيانات، والبرامج المتخصصة في الهندسة والتجارة والإدارة والتحكم وغير ذلك.

- البرامج المساعدة **Utilities**:

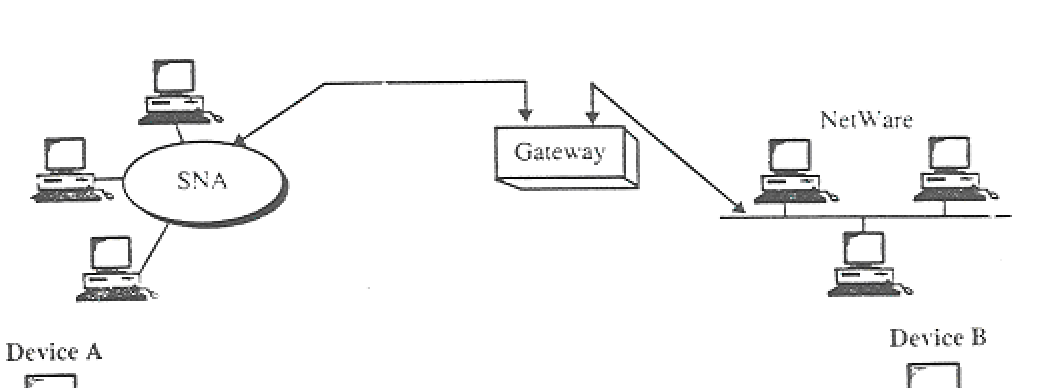
تقوم هذه البرامج بتسهيل إجراء عمليات محددة على الشبكة مثال ذلك إرسال رسائل إلكترونية عبر الشبكة وهو ما يعرف " بالبريد الإلكتروني " وأيضا البرامج التي تسهل مواجهة الشبكة بأنظمة أو أجهزة معينة أو استخدام آلات طباعة خاصة أو استخدام برامج المحاكاة لوحدات طرفية مختارة لكي يمكن ربطها بالشبكة وغير ذلك من البرامج.

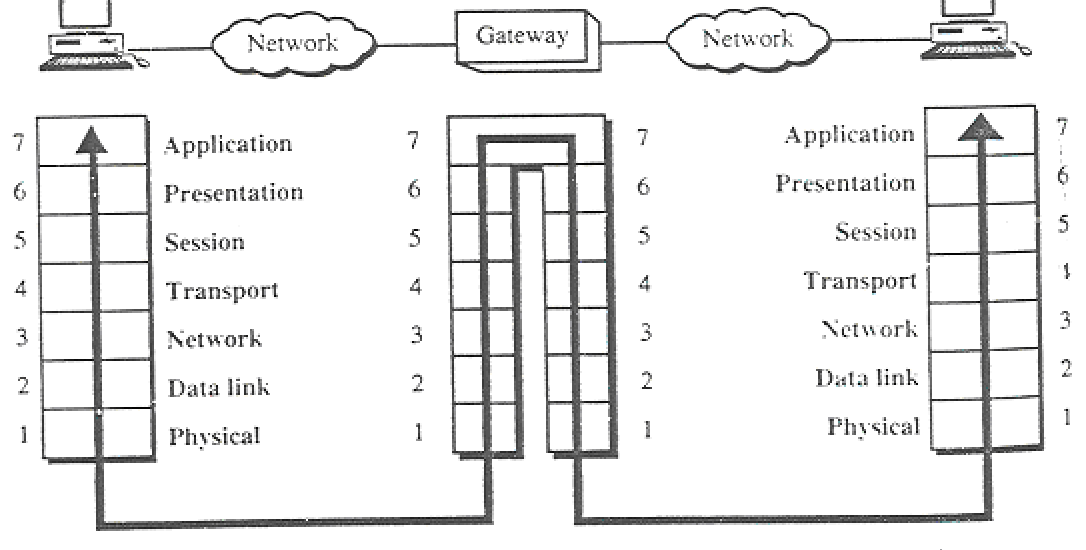
ر- بوابات العبور(**Gateways**)

بوابة العبور هي وحدة تستخدم لربط شبكتين شديدتي الاختلاف عن بعضهما مثال ذلك الربط بين شبكة الحاسبات المركزية Mainframe Computers وشبكة أخرى من الحاسبات الشخصية PCs، فالربط هنا بين شبكتين مختلفتين جدا عن بعضهما، وللربط بينهمالابد من استخدام بوابة العبور.

تقوم بوابات العبور باستقبال حزم البيانات وتحويلها من صيغة إلى أخرى دون تغير محتويات أو معلومات هذه الحزم لكي تكون في صيغة أو صورة تتوافق مع الشبكة المستقبلة أو تغير حزمة كاملة بحيث تتوافق مع أسلوب حزم الشبكة المستقبلة وذلك حسب البروتوكول المستخدم في الشبكة المستقبلة أو تقوم أيضا بتقسيم طرود البيانات الكبيرة إلى حزم صغيرة في هيئة جديدة توافق الشبكة المستقبلة، وهذا ما يدفعنا إلى القول بأن بوابات العبور تعمل في مستويات أعلى من مستوى عمل الموجهات حيث إن معظم بوابات العبور تعمل عند جميع طبقات النموذج المعياري للشبكات OSI.

يمكن لبوابات العبور أيضا أن تستخدم في حل مشكلة البروتوكولات غير المتوافقة مثال ذلك بوابة العبور التي تربط الشبكات المحلية التي تستخدم البروتوكول IPX (وهو بروتوكول يستخدم نظام تشغيل NetWare) بالشبكة العالمية Internet التي تعتمد البروتوكول IP وتسمى بوابات العبور تلك ببوابات IPX - to – IP. الشكل(٨- ٧) يبين كيفية ربط البوابة بالشبكات وأيضا النموذج المرجعي للشبكة.





شكل ٨-٧

ز- مكونات أخرى

توجد مكونات أخرى ليست أجهزة أو وحدات ولكنها أسلاك وكابلات ونقاط توصيل بين بداية ونهاية موصلين ونهايات طرفية وتسمى N- Series ونقاط توصيل تسمى T- Connector من عائلة نقاط التوصيل British Naval Connector (BNC) تستخدم لتوصيل خط نقل الشبكة المحوري الرفيع أو السميك أو أسلاك مزدوجة بوصلاتRJ45 مع بطاقة الشبكة وذلك إما مباشرة أو عن طريق خط نقل وكل هذه المكونات تستخدم لتوصيل جميع مكونات الشبكة.

٨- ٣ تقنيات شبكات الحاسب المحلية

يعد جهاز الحاسب الشخصي من أكثر الحاسبات استخداما وانتشارا نظرا لانخفاض تكلفته وسهولة استخدامه وصيانته، ونتيجة لهذا الانتشار ظهرت الحاجة إلى ربط أجهزة الحاسبات الشخصية معا عن طريق شبكة لتمكين مستخدميها من تبادل المعلومات والبيانات المختزنة، وتحقيق المنافع الكثيرة التي توفرها الشبكة مثل إيجاد قدرة معالجة كبيرة موزعة على عدد كبير من الأجهزة. وقد ظهر تجاريا عدد من الشبكات التي جرى تطويرها سواء من قبل شركات الحاسبات الشخصية أو من قبل الهيئات والشركات العاملة في مجال الشبكات نعرض منها أربعة مخططات مهيمنة على شبكات الحاسب المحلية وهي:

- الإيثرنت Ethernet.
- علامة المعبر Token Bus.
- علامة الحلقة Token Ring.
- منفذ توزيع البيانات البصري Fiber Distributed Data Interface (FDDI).

الثلاثة مخططات الأولى هي مقاييس لمعهد الـ IEEE وهي جزء من مشروعها Project 802 بينما المخطط الرابع هو مقياس للهيئة الأمريكية ANSI.

٨- ٣- ١ شبكة إيثرنت **Ethernet**:

في عام ١٩٦٠ قامت جامعة هاواي بوضع شبكة لتوصيل أجهزة الحاسب المنتشرة في حرمها الجامعي آنذاك وكان من أبرز ميزات هذه الشبكة هي استخدامها لتقنية: تحسس الحامل مع إمكانية الولوج المتعدد / كشف التصادم.

كانت تقنية هذه الشبكة هي القاعدة التي تم بناء شبكة إيثرنت عليها حيث قام فيما بعد مجموعة من الأشخاص يعملون لدى شركة زيروكس بتطوير هذه الشبكة وجعلها تمتد لمسافة ١ ك. متر وتدعم حوالي ١٠٠ وحدة حاسب بمعدل نقل بيانات قدره ٢,٩٤ ميجا بت/ث وتم تبني هذه الشبكة التي سميت بشبكة الإيثرنت Ethernet من ثلاث شركات عالمية وهي:

- Digital Equipment Corporation (DEC)
- Intel
- Xerox

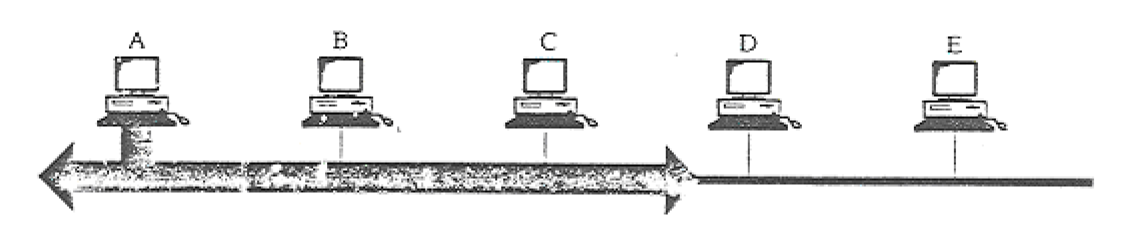
في عام ١٩٨١ تم إصدار معيار للشبكة إيثرنت سمي بـ DIX 1.0 ثم تبعه في عام ١٩٨٢ إصدار المعيار DIX 2.0 - DIX هي أوائل كلمات الشركات الثلاث السابقة الذكر والتي تبنت الشبكة ايثرنت. وأثناء وضع النموذج المعياري الخاص بالشبكات المحلية من قبل معهد IEEE والمسمى بالمشروع ٨٠٢، اقترحت الشركات الثلاث السابقة الذكر الشبكة إيثرنت كمعيار للشبكات المحلية ، وفي نفس الوقت اقترحت شركة IBM الشبكة علامة الحلقة Token Ring كمعيار للشبكات المحلية أيضا. لذلك تبنى معهد IEEE الاقتراحين ، فأصبحت شبكة الإيثرنت تعرف بالمعيار IEEE 802.3 وأصبحت الشبكة Token Ring تعرف بالمعيار IEEE 802.5.

من الجدير بالذكر ، أن الشبكة إيثرنت هي أكثر أنواع تقنيات الشبكات المحلية شيوعا واستخداما حتى الوقت الحاضر.

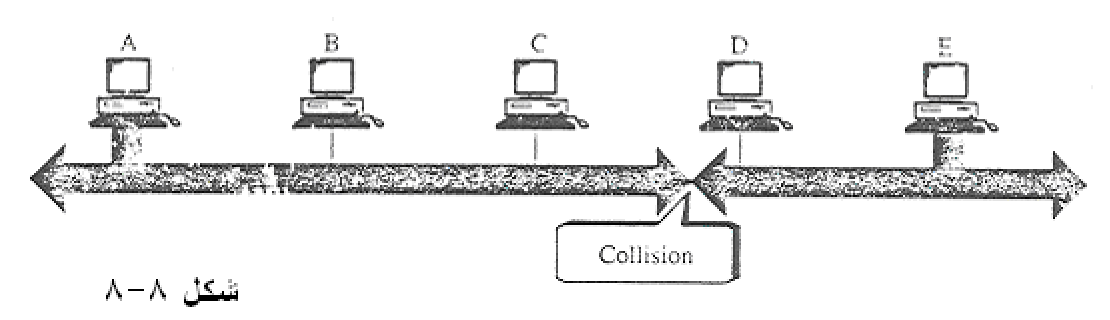
أ- آلية الولوج أو الوصول للوسيط MAC (CSMA/CD).

تستخدم تقنية تحسس الناقل متعدد الوصول مع اكتشاف التصادمات Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection [CSMA/CD] في تنظيم استخدام خط النقل المشترك بين الوحدات المختلفة الموجودة على الشبكة.

في الحقيقة إن أي وحدة موجودة على الشبكة لا تبدأ باستخدام خط النقل المشترك وبث إشاراتها خلاله حتى تتأكد من خلو هذا الخط من أي إشارات لأي وحدات أخرى مربوطة على الشبكة، فهي تتنصت على خط النقل قبل أن تبدأ عملية البث (لذلك كثيرا ما توصف هذه الآلية بالعبارة تنصت قبل الكلام listen before talking). أما إذا حاولت أي وحدة من بث إشاراتها عندما يكون خط النقل مشغولا بنقل إشارات وحدة أخرى، حينئذ يحدث اصطدام بين بيانات الوحدتين المعنيتين بالأمر وخلال هذا التصادم تضيع البيانات أو تتشوه. أيضا هناك حالة أخرى يمكن أن يقع فيها التصادم، وذلك عندما تقرر وحدتان بالشبكة بدء الإرسال في نفس الوقت ويكون خط النقل غير مشغول. الشكل(٨- ٨) يبين كيفية حدوث التصادم.



a. Computer A transmits data



شكل ٨-٨

b. Before the signal reaches Computer E. E transmits data. Collision occurs.

ورغم أن التصادمات هي أمر واقع في شبكة الإيثرنت إلا أن الوحدات الموجودة على الشبكة بإمكانها أن تقلل من أثر التصادمات عندما تحدث، فيمكنها أن تكتشف وقوع تصادم ما بين إشارتين أي وحدتين. لذلك تضاف إلى تقنية الولوج لشبكة الإيثرنت مقدرتها على كشف التصادم عند وقوعه، فالوحدتان اللتان تورطتا في حدوث عملية التصادم يفشل بثهما خلال خط النقل، بينما تقوم أول وحدة اكتشفت وقوع التصادم (اكتشاف جهد عال غير منطقي نتيجة التصادم) بإرسال نبضة تشويش خاصة تنبه بها جميع وحدات الشبكة بأن تصادما قد حدث في خط النقل، وبعد أن تعلم جميع الوحدات بوقوع التصادم، تقوم جميعها بالانتظار لمدة زمنية عشوائية حيث تتعطل الشبكة بالكامل وجدير بالذكر أن كل وحدة تقوم بالانتظار لمدة زمنية عشوائية قد تختلف عن المدة الزمنية التي تنتظرها وحدة أخرى، وبعدها تعود الشبكة للعمل وعندئذ يمكن لوحدة ما أن تبدأ عملية البث، فقط في حالة انتهاء جميع الفترات الزمنية التي تنتظرها جميع الوحدات (أي انتهاء الفاصل الزمني بعد عملية التصادم).

ب- بنية إطار الشبكة إيثرنت.

عندما يستلم بروتوكول إيثرنت البيانات من طبقة الشبكة يقوم بتغليف تلك البيانات ضمن إطار يتكون من سبعة حقول كما يلي:

- مقدمة الإطار(Preamble)

يتكون هذا الحقل من ٧ بايت تحتوي على (١٠١٠١٠١٠........) بالتناوب وهذا لغرض ضبط التزامن والتوقيت وتهيئة المحطة المستقبلة لكي تصبح جاهزة لاستقبال الإطار.

- محدد بداية الإطار (Start Frame Delimiter -SFD)

يتكون هذا الحقل من بايت واحد قيمته ١٠١٠١٠١١ والتي تدل على بدء عملية إرسال البيانات الفعلية والتي بواسطة هذا الحقل يمكن للمستقبل التعرف على بداية بيانات الإطار.

- عنوان الوجهة (Destination Address)

يحتوي هذا الحقل على عنوان الوجهة أو الهدف بنظام الست عشر (Hexa Decimal System) . بطول ٦ بايت تمثل عنوان بطاقة شبكة الجهاز المستقبل للبيانات. في الحقيقة تستخدم الثلاث بايتات الأولى من حقل عنوان الوجهة للترقيم الخاص بمصنع بطاقة شبكة IEEE 802.3 Ethernet، أما البايتات الثلاث الأخرى فتملأ من قبل المصنع لضمان وجود عنوان خاص بكل بطاقة شبكة ويتم تخزين عنوان البطاقة في شريحة ذاكرة القراءة فقط ROM Chip الموجودة على البطاقة ذاتها كما بالمثال الموضح بالجدول التالي.

الثلاث بايتات الأولى	الثلاث بايتات الثانية
0E-B1-68	00-04-76
رقم مسلسل للبطاقة ونوعها	رمز الشركة المصنعة للبطاقة

- عنوان المصدر (Source Address)

يحتوي هذا الحقل على العنوان العتادي أو المادي للمصدر أو المرسل وهو يتكون من ٦ بايت وبنفس أسلوب عنوان الوجهة أو الهدف السابق ذكره.

- نوع البروتوكول / الطول Ether Type / Length

يمكن إطلاق تسمية حقل النوع على هذا الحقل الذي يتكون من ٢ بايت يستخدمان للإشارة إلى نوع المعطيات التي سيتم نقلها فمثلا في حالة إيثرنت يدل هذا الحقل على نوع بروتوكول طبقة الشبكة المستقبلة للبيانات بينما في حالة IEEE 802.3 يدل هذا الحقل على طول حقل البيانات المرسلة والتي تمثل البيانات التي ولدها بروتوكول طبقة الشبكة في الجهاز المرسل.

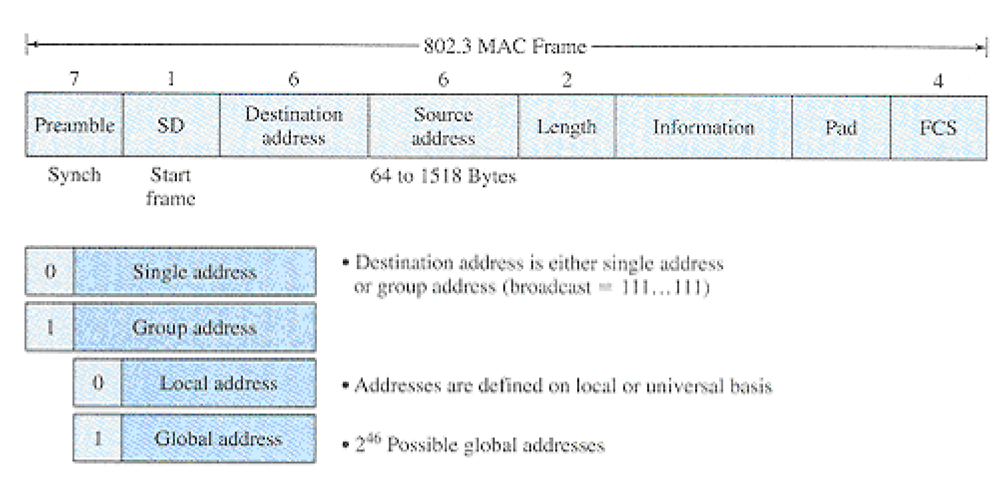
- البيانات والحشو Data and Padding

جميع الحقول السابقة هي حقول ثابتة الطول أما هذا الحقل فهو حقل متغير الطول حيث يتراوح طوله بين ٦٤ بايت إلى ١٥٠٠ بايت والتي تمثل البيانات الواردة من طبقة الشبكة في الجهاز المرسل. أي إن الحد الأدنى لطول بيانات إيثرنت والتي يمكن ورودها من طبقة الشبكة هو ٦٤ بايت (باستثناء حقلي المقدمة ومحدد بداية الإطار)، أما إذا كانت البيانات الواردة من طبقة الشبكة بطول أقل من ٦٤ بايت فيتم إضافة أو حشو بتات إضافية للوصول للحد الأدنى وهو ٦٤ بايت والحد الأقصى هو ١٥١٨ بايت.

- سلسلة فحص الإطار (Frame Check Sequence -FCS)

الحقل الأخير في إطار شبكة إيثرنت هو حقل سلسلة فحص الإطار والذي يوضع في نهاية الإطار بطول ٤ بايت ويستخدم لاكتشاف الأ خطأ التي قد تحدث أثناء عملية الإرسال. يمكن إيجاد قيمة هذا الحقل باستخدام تقنية تعتمد على إجراء عملية حسابية منطقية على البيانات عند وحدة الإرسال، وعند المستقبل تجرى نفس العملية على البيانات المستقبلة وتتم مقارنة النتيجة بالقيمة المرسلة، فإذا كانت القيمتان مختلفتين يطلب الجهاز المستقبل من الجهاز المرسل بإعادة إرسال حزمة البيانات التي تم استقبالها والتي تحتوي على أخطاء، أما إذا كانت القيمتان متطابقتين فهذا معناه عدم وجود خطاء.

يوضح شكل (٨- ٩) مخططاً لبنية إطار الشبكة إيثرنت.



IEEE 802.3 MAC frame.

شكل ٨-٩

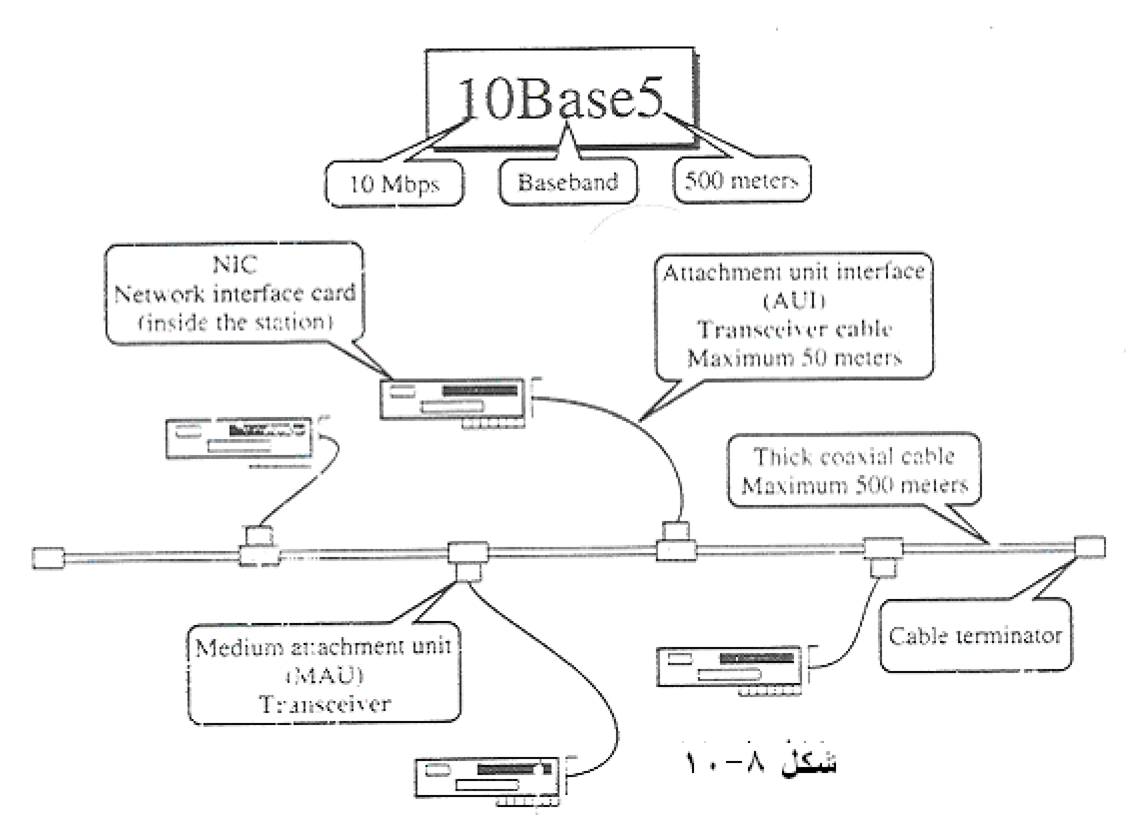
ت- تقنيات إيثرنت (Ethernet X Base Y Standards)

حددت مواصفات المشروع IEEE 802 أنواعا من قنوات الإرسال التي يمكن استخدامها لشبكات إيثرنت المحلية (الكيبل المحوري ذو السلك المرن والسميك – زوج السلك المزدوج المحمي وغير المحمي – كيبلات الألياف البصرية)، والبنية الطبوغرافية، والطول الأقصى لكل مقطع خط نقل، وعدد المكررات التي يستحسن استخدامها بالشبكة لتجنب تأثيرات ضعف الإشارة والتشويش والتصادمات. وقد جرى بالمواصفات إعطاء رموز خاصة تبين نوع الإشارة المرسلة وسرعة الإرسال وأقصى طول مقطع مسموح باستخدامه عند الإرسال وذلك لتسهيل بناء هذه الشبكات من قبل الصناع والمستخدمين مثال ذلك:

المواصفة: X Base Y فإن X تمثل سرعة تراسل البيانات سواء بالميجا بت/ث أو الجيجا بت/ث، وكلمة Base ترمز إلى استخدام الحزمة الأساسية أو النطاق الأساسي في نقل الإشارات (إشارات رقمية)، أما Y فهو يرمز إلى الطول الأعظم لكل مقطع خط نقل Segment، ويمكن بدلا من إرسال الحزمة الأساسية الرقمية أن ترسل إشارة تماثلية تعبر عن الإشارة الرقمية لكن بعد تعديلها بأحد أنواع التعديل المختلفة ويطلق عليها في هذه الحالة X Broad Y.

- المواصفة **10 Base 5, thick Ethernet**

إحدى المواصفات المستخدمة في المشروع IEEE 802.3 المواصفة 10 Base 5,thick Ethernet والتي تستخدم الكيبل المحوري ذا السلك السميك أو RG8 في الشبكات الخطية ذات السرعات ١٠ ميجا بت/ث التي يمتد طول مقطع الكيبل فيها إلى ٥٠٠ متر ويتم إرسال حزمة النطاق الأساسي للإشارة الرقمية أي إن X تساوي ١٠ ميجا بت/ث، Y تساوي ٥٠٠ متر. ولتقليل التصادمات في هذه الشبكة ذات الطبوغرافية الخطية فإن الطول الكلي لكيبل الشبكة لا يتجاوز ٢٥٠٠ متر (٥ مقاطع) حيث يتم توصيل مكرر بين نهاية كل مقطع وبداية المقطع الذي يليه كما إنه قياسيا يجب أن تكون المسافة الفاصلة بين كل وحدتين من وحدات الشبكة ٢,٥ متر. الشكل(٨- ١٠) يبين مخططاً للمواصفة 10 Base 5 لشبكة إيثرنت.

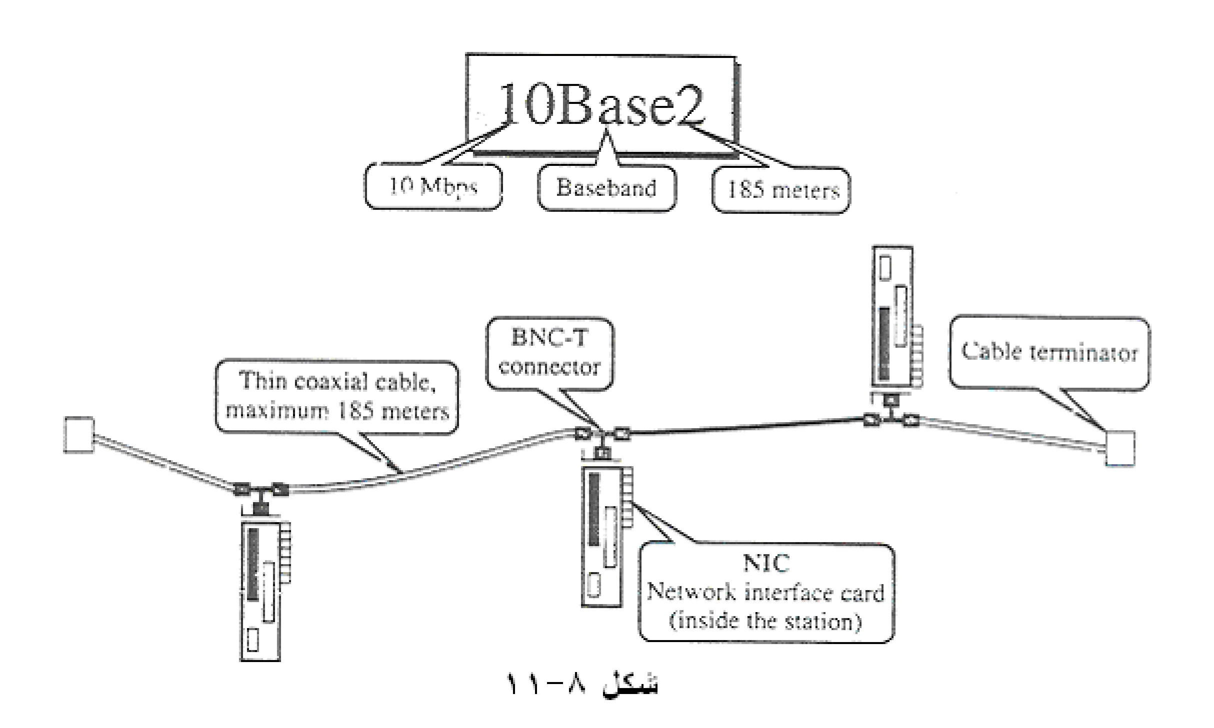


شكل ٨-١٠

- المواصفة **10 Base 2, Thin Ethernet**

النوع الثاني من مواصفات شبكات إيثرنت لسلسلة IEEE 802 يسمى 10 Base 2 ذو الطبوغرافية الخطية أو إيثرنت الرفيعة أي التي تستخدم كيبلات محورية ذات سلك رفيع ومرن RG 58 وسرعة تراسل بيانات قدرها ١٠ ميجا بت/ث ذات نطاق أساسي للبيانات الرقمية وطول أي مقطع من الكيبل لا يتجاوز ٢٠٠ متر (رقم ٢ مضروب في ١٠٠). ومن مميزات هذه المواصفة هي انخفاض التكلفة

وسهولة التركيب نظرا لخفة وزن الكيبل ومرونته لكن يعيب هذا النوع قصر طول المقطع (الطول الفعلي ١٨٥ متر) حيث تقل عدد الوحدات المنتشرة خلال هذا المقطع ومع ذلك فهذه المواصفة شائعة الاستخدام نظرا لميزاتها التي سبق ذكرها. الشكل(٨- ١١) يبين مخططاً للمواصفة10 Base 2.



شكل ٨-١١

مع وجود تطبيقات جديدة كالتصميم بواسطة الحاسب ومعالجة الصور والمناظر والمرئيات والسمعيات الحية والمباشرة على الشبكات المحلية فقد كان الاحتياج لتلك الشبكات لكي تعمل بمعدل تراسل عال حوالي ١٠٠ ميجا بت/ث وسميت شبكة الإيثرنت بشبكة الإيثرنت السريعة Fast Ethernet . وفي عام ١٩٩٨ تم إنشاء شبكة إيثرنت المحلية التي تزيد سرعة تراسلها عن سرعة تراسل شبكة الإيثرنت السريعة بمقدار عشرة أضعاف أي تصل سرعة التراسل إلى ١ جيجا بت/ث لذا فهي تستخدم عادة كالعمود الفقري باستخدام الألياف البصرية لتوصيل شبكات الإيثرنت السريعة.

يمكن مما سبق تلخيص مواصفات شبكة الإيثرنت المحلية لمشروعIEEE 802 كما هو مبين بالجدول التالي.

رمز التقنية المستخدمة	البنية الطبوغرافية	نوع الكيبل المستخدم	سرعة نقل البيانات M b/s	أقصى طول مقطع بالكابل	آلية الوصول للشبكة
10 Base 5	خطية	محوري RG8	10	٥٠٠ متر	CSMA/CD
10 Base 2	خطية	محوري RG58	10	١٨٥ متر	CSMA/CD
10 Base T	نجمية بواسطة مجمع	Cat 3 UTP	10	١٠٠ متر	CSMA/CD
10 Base FL	نجمية بواسطة مبدل	ليف بصري متعدد الأنماط	10	٢٠٠٠ متر	CSMA/CD
10 Broad 36	خطية	محوري RG8	10	٣٦٠٠ متر	CSMA/CD
100 Base TX	نجمية بواسطة مجمع أو مبدل	Cat 5 UTP	100	١٠٠ متر	CSMA/CD
100 Base T4	نجمية بواسطة مجمع أو مبدل	Cat 3 UTP	100	١٠٠ متر	CSMA/CD
100 Base FX	نجمية بواسطة مبدل	ليف بصري متعدد الأنماط 62.5/125	100	٤٠٠ متر	CSMA/CD
1000 Base LX	نجمية بواسطة مبدل	ليف بصري وحيد النمط 9/125	1000	٥٠٠٠ متر	CSMA/CD
1000 Base SX	نجمية بواسطة مبدل	ليف بصري متعدد الأنماط 62.5/125	1000	٥٥٠ متر	CSMA/CD
1000 Base ZX	نجمية بواسطة مبدل	ليف بصري وحيد النمط 9/125	1000	١٠٠٠٠٠ متر	CSMA/CD
1000 Base CX	نجمية بواسطة مبدل	سلك مزدوج STP	1000	٢٥ متر	CSMA/CD
1000 Base T	نجمية بواسطة مبدل	Cat 5,5E UTP	1000	١٠٠ متر	CSMA/CD

جدول مواصفات شبكات إيثرنت المحلية لمشروع IEEE 802

٨- ٣- ٢ الشبكة الخطية ذات علامة المعبر Token Bus

هذا النوع من الشبكات تابع لمشروع IEEE تحت رقمIEEE 802.4 حيث تستخدم الطبوغرافية العتادية الخطية لكنها تعمل منطقيا كطبوغرافية حلقية، أي إن وحدات الشبكة يتم توزيعها عتاديا في الصورة الخطية لكنها يتم تنظيمها منطقيا في الصورة الحلقية. مداولة الولوج أو الوصول لوسيط الشبكة تتم عن طريق استخدام إطار صغير يسمى إطار العلامة الذي يمر على جميع وحدات الشبكة. فإذا كانت أي من وحدات الشبكة تريد استخدام الشبكة لإرسال بياناتها إلى إحدى الوحدات الأخرى، فإنها يجب عليها الانتظار للتأكد من أن الشبكة مشغولة بمستخدم آخر أو أن الشبكة خالية لكي تلتقط إطار العلامة (مثال ذلك ١١١١١١١١) الذي ينظم عملية استخدام الشبكة والذي يتم توليده بواسطة وحدة خاصة تسمى الوحدة الفعالة، حينئذ أصبح مستخدم هذه الوحدة له الحق في إرسال البيانات وحق طلب الوحدات الأخرى واستقبال استجابات هذه الوحدات حتى ينتهي الوقت اللازم والذي يريده المستخدم. عند ذلك تصبح الشبكة غير مشغولة وينتقل إطار العلامة إلى الوحدة التالية في تسلسل منطقي ويكون لهذه الوحدة الحق في الدخول إلى الشبكة واستخدامها إذا التقطت هذه الوحدة إطار العلامة هذا.كما ذكرنا سابقا، فإن وحدات هذا النوع من الشبكات يتم توزيعها في طبوغرافية خطية بحيث إن كل هذه الوحدات تشكل حلقة منطقية ومرتبة تسلسليا حيث إن آخر وحدة بالشبكة تكون متبوعة بأول وحدة بالشبكة وهكذا وهذا معناه أن كل وحدة تعرف هوية الوحدة التي قبلها والوحدة التي بعدها في التشكيل الحلقي المنطقي لهذا النوع من الشبكات.

هذا النوع من الشبكات محدود الاستخدام في الأوتوماتيكية بالمصانع وتحكم العمليات وليس له أي تطبيقات باتصالات البيانات.

٨- ٣- ٣ الشبكة الحلقية ذات علامة الحلقة الدوارة Token Ring

ذكرنا سابقا أن الية الوصول للشبكة المستخدمة بشبكة الإيثرنت هي آلية CSMA/CD ليست فعالة فعالية تامة نظرا لإمكانية حدوث التصادم بين بيانات الوحدات والهدر في الوقت نتيجة توقف الشبكة عن العمل نتيجة حدوث هذا التصادم والعودة مرة أخرى للعمل وأيضا الهدر في الوقت نتيجة المحاولات المتكررة من قبل بعض المحطات للوصول للشبكة نتيجة أن أحد المشتركين يقوم فعلا باستخدام الشبكة خاصة إذا كانت بيانات هذا المستخدم كبيرة الحجم وبالتالي فإن فترة الانتظار تكون غير محددة.كانت هناك محاولات عديدة لحل مشاكل الية الوصول للشبكة السابق ذكرها وفعلا كان لشركة IBM السبق في تأمين شبكة محلية بسيطة التحقيق والتوصيل أطلق عليها اسم Token Ring التي تبناها معهد IEEE وأصدرها تحت اسم المعيار IEEE 802.5 الذي يطلق عليه أحيانا اسم IBM Token Ring وذلك للدور الكبير الذي لعبته شركة IBM في تحقيق هذه الشبكة من قبل معهد IEEE

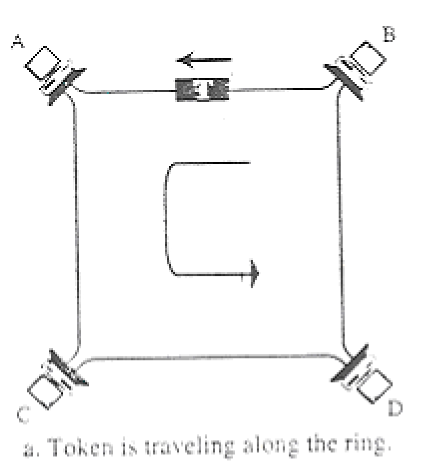
تعتمد الشبكة المحلية Token Ring على مخطط التشبيك الفيزيائي (الطبوغرافية) الحلقي حيث يتم توصيل وحدات الشبكة بطريقة point- to- point في شكل حلقي أو في شكل فيزيائي نجمي ذات تشبيك منطقي حلقي (باستخدام وحدة تسمى وحدة الوصول متعدد المحطات Multi-station Access Unit (MAU) حيث إن كل وحدة من وحدات الشبكة Token Ring تعمل تماما كمكرر أو مضخم Repeater فهي تضخم الإشارات وبالتالي تصححها للمحافظة على قوة الإشارة ووثوقيتها ، على عكس ما رأيناه في الشبكة إيثرنت التي تكتفي كل محطة من محطاتها بالتنصت على خط نقل الشبكة فقط دون أي تغير في الإشارة المارة بخط النقل هذا. إن ما يميز الشبكة المحلية Token Ring عن باقي الشبكات المحلية الأخرى ليس فقط مخطط التشبيك، بل أيضا التقنية التي تستخدمها هذه الشبكة للوصول إلى الشبكة واستخدامها وهذه التقنية تسمى العلامة أو الإشارة الدوارة بالحلقة Token Passing Ring التي يمكن اعتبارها كإذن مرور لاستخدام الشبكة. هذه الإشارة الدوارة أو العلامة هي عبارة عن إطار مكون من ٢٤ بت تدور باستمرار بالحلقة المكونة للشبكة حتى وإن لم يكن هناك أي نشاط بالشبكة.

إذا أرادت إحدى الوحدات استخدام الشبكة فما عليها إلا التقاط هذا الإطار الدوار ثم تعدل فيه البيانات ثم ترسل هذه الوحدة إطارا يحتوي على البيانات المراد إرسالها بالإضافة إلى الإطار الدوار المعدل، الذي بدوره يدور على جميع وحدات الشبكة التي بدورها تقوم بمراجعة عنوان وحدة الهدف المقصودة، فإذا تم التطابق بين هذا العنوان الموجود بالإطار وهذه الوحدة فإنها تقوم بالتقاط هذا الإطار ثم

تأخذ نسخة من البيانات المرسلة بعد التأكد من صحتها ثم تعيد هذا الإطار إلى الحلقة بعد أن تعدل في محتويات الإطار الدوار، كي تخبر الوحدة المرسلة بأن البيانات قد وصلت إلى الوحدة المقصودة، وهكذا يعود الإطار مرة أخرى إلى الوحدة التي أرسلته، وبعد أن تتأكد الوحدة المرسلة من أن الاتصال قد نجح فإنها تقوم بإعادة توليد إشارة العلامة الدوارة وتضعها في الحلقة لتتمكن محطة أخرى من استخدام الشبكة. لذلك فإن امتلاك الإشارة الدوارة هو شرط أساسي لكي تتمكن أي وحدة من وحدات الشبكة من استخدام هذه الشبكة، وبما أنه لا توجد سوى إشارة دوارة واحدة بالحلقة، فإنه لا يمكن لوحدتين أو أكثر أن ترسل بياناتها في نفس الوقت، إذ إن محطة واحدة فقط يسمح لها بالإرسال وهي المحطة التي التقطت الإشارة الدوارة أولا.

يستخدم كيبل النقل المزدوج المجدول UTP Cat 5 مع وصلات من نوع RJ45 كوسط فيزيائي للشبكة Token Ring لتأمين معدلات نقل مختلفة، فقد حدد المعيارIEEE 802.5 المعدلات ٤ ميجا بت/ث و ١٦ ميجا بت/ث لنقل البيانات على هذه الشبكة.

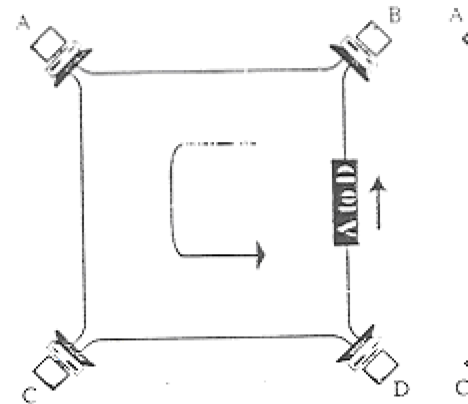
الشكل(٨- ١٢) يبين مخططاً لشبكة حلقية الطبوغرافية مكونة من أربع وحدات وكيفية إرسال واستقبال البيانات بين وحدة وأخرى.



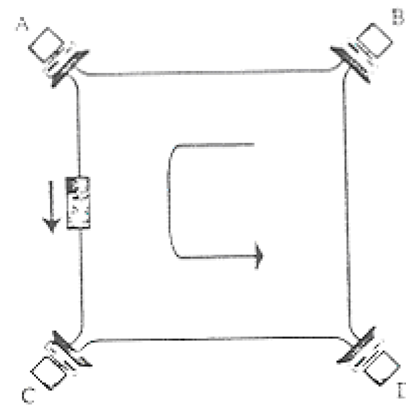
a. Token is traveling along the ring.

A B C D A to D

b. Station A captures the token and sends its data to D.



c. Station D copies the frame and sends the data back to the ring.



d. Station A receives the frame and releases the token.

شكل ٨-١٢

٨- ٣- ٤ الشبكة ذات منفذ توزيع البيانات البصري
(Fiber Distributed Data Interface -FDDI)

في منتصف عام ١٩٨٠ قام المعهد الأمريكي الدولي للمعايير American National Standards Institute (ANSI) بوضع معايير الشبكة FDDI بعد أن ظهرت الحاجة إلى وجود شبكة محلية تتجاوز في قدرتها وميزاتها الشبكات المحلية المستخدمة آنذاك (Ethernet-Token Ring) ، وازدادت الحاجة أيضا بعد ظهور حاسبات ذات أداء متميز وعال تستخدم نظم تشغيل مثل UNIX. كما إن هذه الشبكة ذات المعيار ANSI شبيهة بالمعيارIEEE 802.5 حيث المخطط الطبوغرافي الحلقي إلا أن شبكة الـ FDDI تميزت عن بقية الشبكات المحلية الأخرى بعدة ميزات أهمها المعدل العالي لنقل البيانات (١٠٠ ميجا بت/ث) بالإضافة إلى مقدرتها على المعالجة الذاتية للمشاكل والأ خطأ والتعامل مع تطبيقات تتطلب وثوقية عالية وعرض نطاق ترددي كبير نظرا لاستخدام كيبلات الألياف البصرية وما لها من مميزات عديدة كخطوط لنقل البيانات إلا أن تكلفة هذا النوع من

الشبكات باهظة التكاليف وهذا ناتج عن استخدام خطوط النقل ذات الألياف البصرية بشكل أساسي في هذه الشبكة.

ورغم ظهور تقنيات لشبكات محلية سريعة تنافس في ميزاتها ميزات الشبكةFDDI وتفوقها من حيث التكلفة والمرونة كشبكة إيثرنت السريعة Fast Ethernet إلا أن شبكة FDDI تبقى لها استخداماتها الخاصة والتي لا يمكن لأي شبكة محلية سريعة أخرى أن تحل محلها، ومن أبرز هذه الاستخدامات التطبيقات الشبكية المتعلقة بالشبكة الواسعة WAN فشبكة FDDI يمكن استخدامها كشبكة واسعة يمكن أن تمتد لتشمل مسافة ٢٠٠ ك. متر وتحتوي على ١٠٠٠ وحدة مختلفة، إلا أن التطبيق الأكثر أهمية للشبكةFDDI هو استخدامها في تطبيقات الشبكات المحلية والمدنية LAN and MAN حيث يتم وصل عدة شبكات محلية مع بعضها بحيث تبدو الشبكةFDDI كأنها العمود الفقري لتلك الشبكات بفضل ماتتمتع به الشبكةFDDI من مميزات (امتدادها لتشمل مسافة ٢٠٠ ك. متر واحتوائها على ١٠٠٠ وحدة تقريبا وعرض حزمة ترددية كبيرة جدا).

يستخدم المخطط الطبوغرافي الحلقي لتحقيق الشبكة FDDI وكما في شبكة Token Ring ذات المعيارIEEE 802.5 تستخدم تقنية الإشارة الدوارة لتنظيم عملية الولوج أو الوصول للوسط الفيزيائي للشبكة حيث تلتقط المحطة أو الوحدة التي تريد استخدام الشبكة هذه الإشارة الدوارة لكي تتمكن من إرسال بياناتها في الإطار المخصص لذلك والذي سيعود إلى المحطة المرسلة بعد أن يدور على كافة محطات الحلقة لكي تتأكد من سلامة وصول البيانات إلى محطة الاستقبال ثم تقوم محطة الإرسال هذه برفع هذا الإطار من حلقة الشبكة وتعيد وضع الإشارة الدوارة بالحلقة لتدور بحرية بالحلقة لكي يتسنى لأي محطة أخرى استخدام الشبكة.

هذا ما يحدث في شبكة الـ Token Ring ذات المعيار IEEE 802.5، لكن ما يحدث في الشبكة FDDI هو أن المحطة المرسلة لا تنتظر عودة إطارها التي قامت بإرساله وترفعه وتقوم بوضع إشارة دوارة حرة بحلقة الشبكة، بل العكس، إنها فور انتهائها من عملية الإرسال لإطاراتها تقوم مباشرة بوضع إشارة دوارة حرة بحلقة الشبكة وذلك لزيادة كفاءة الشبكة، والسبب هنا يعود إلى أن مسافة امتداد الشبكة قد تبلغ ٢٠٠ ك. متر وتشتمل على ١٠٠٠ وحدة أو محطة مختلفة، لذلك فإن زمن الانتظار في هذه الحالة حتى يعود الإطار المرسل إلى محطة الإرسال لن يكون صغيرا وبالتالي لا يمكن إهماله.إن ما تتميز به الشبكة FDDI ذات المعيار ANSI عن الشبكة Token Ring ذات المعيار IEEE 802.5 وعن كافة الشبكات المحلية الأخرى السريعة أو التقليدية، هو إمكانية إنشاء ممر أو مسار أو حلقة احتياطي لنقل البيانات يستخدم في حالة وجود عطب أو عطل في الطريق أو الحلقة الرئيسة وهو ما يسمى شبكة FDDI مزدوجة الحلقة أو مزدوجة الروابط Dual Attachments حيث تستعمل تقنيات

تستطيع كشف الأعطال وتحديد مكانها ولكن مع زيادة التكلفة طبعا، فعند حدوث عطل معين في الحلقة الرئيسة للشبكة، فإن المحطات الموجودة على الشبكة تكتشف هذا العطل وتحدد مكان وجوده، ثم تقوم تلقائيا (لكن منطقيا) بوصل الحلقتين الرئيسة والاحتياطية (الثانوية) مع بعضهما بحيث يتم عزل أو فصل منطقة العطل عن الشبكة بشكل نهائي وبالتالي تتابع البيانات انتقالها خلال الشبكة دون أن يحدث أي توقف في نشاط الشبكة.

وكما إننا عند دراسة الشبكة Token Ring ذات المعيار IEEE 802.5 تمكنا من تحقيق هذه الشبكة باستخدام المخطط الطبوغرافي النجمي مع استخدام جهاز مركزي يسمى المجمع مع الحفاظ على وجود الحلقة منطقيا، هنا أيضا، في الشبكة FDDI، يمكن استخدام جهاز مركزي يسمى بالمبدل Switch الذي يجعل مخطط التشبيك الفيزيائي مخططا نجميا، إلا أنه في الوقت نفسه يحافظ على الحلقة ولكن منطقيا، لتبقى تقنية الوصول للشبكة المستخدمة هي تقنية الإشارة الدوارة.

حتى وقت قريب، كانت خطوط النقل ذات الألياف البصرية متعددة الأنماط أو وحيدة النمط هي المستخدمة لبناء الشبكة FDDI إلا أن تكلفتها كانت كبيرة خاصة عند استخدام النوع الثاني من الألياف البصرية لأنه غالي الثمن. وبقيت التكلفة هي المشكلة الأساسية في هذا النوع من الشبكات حتى عام ١٩٩٠ عندما تمكن معهد ANSI الأمريكي من إصدار معيار للشبكة FDDI يسمح باستخدام خطوط النقل المصنوعة من النحاس المزدوجة المجدولة حيث يستخدم الصنف UTP Cat.5، وأطلق على هذه الشبكة اسم: Copper Distributed Data Interface (CDDI). كما قامت شركة IBM بتقديم إصدار من الشبكة FDDI باستخدام خطوط النقل المزدوجة المجدولة المدرعة STP .

أسئلة الوحدة الثامنة

أجب عن الأسئلة الآتية:

س١: ما هو الفرق بين شبكة الحاسب المحلية وشبكة الهاتف ؟

س٢: ما هو الفرق بين الإعداد الفيزيائي والإعداد المنطقي للشبكة المحلية للحاسبات ؟

س٣: اذكر التقنيات المختلفة والمستخدمة في شبكات الحاسب المحلية مع ذكر نوع الية الولوج أو الوصول للشبكة المستخدم ؟

س٤: حدد مدلول كل جزء بما يلي:

أ- 10 Base 2
ب- 10 Base T
ت- 10 Broad 36
ث- 1000 Base SX

س٥: قارن من حيث كفاءة التشغيل بين الشبكة Token Ring ذات المعيار IEEE 802.5 والشبكة FDDI ؟

س٦: ارسم مخططاً لبنية الإطار المستخدم في شبكة إيثرنت المحلية.

س٧: عند حدوث عطل في قناة الإرسال في شبكة الحاسب المحلية، قارن بين إمكانية استمرار عمل الشبكة لبعض الأجهزة ذات المخطط الخطي مع المخطط الحلقي.

س٨: عند وجود حجم كبير لحركة تراسل البيانات بين وحدات شبكة الحاسب المحلية، هل الأفضل استخدام مداولة إشارة الإمرار الدوري أو مداولة التصنت مع اكتشاف التصادم ؟

س٩: في شبكة Token Ring، بفرض أن محطة الوصول أزالت إطار البيانات وأرسلت مباشرة إطاراً قصيراً للمرسل يفيد علم الوصول بدلا من ترك الإطار الأصلي يعود إلى المرسل. هل هذا العمل يؤثر على سلوك وأمانة التراسل؟

س١٠: في شبكة حاسب محلية من النوع الحلقي ترتبط بها أربعة أجهزة هي A، B، C، D بحسب هذا الترتيب، ويراد إرسال بيانات من الجهاز A إلى الجهاز C . ارسم مخططاً يبين كيفية انتقال هذه البيانات حتى وصولها إلى الجهاز المستقبل C إذا كان إذن الإرسال (الإشارة الدورية) موجودة لدى الجهاز B .

س١١ :اختر الإجابة الصحيحة.

أ- ما هو نوع الطبوغرافية المستخدمة في 10 Base 2 ؟

- خطية
- نجمية
- حلقية
- هجينية

ب- ما هو نوع الكيبل المستخدم في 10 Base 2 وما هو أقصى طول يحتوي عليه أي جزء بالشبكة.

- RJ 45 - ٢٠٠ متر
- RG 45 - 200 متر
- RG 58 - ١٨٥ متر
- RG 8 - 185 متر

ت- ما هي أقل مسافة تفصل بين أي جهازين بشبكة إيثرنت في حالة 10 Base 5؟

- ١,٥ متر
- ٢ متر
- ٣ متر
- ٢,٥ متر

ث- ما هي العملية التي تقوم ببناء إطار حول معلومات طبقة الشبكة ؟

- ترميز الإشارات
- تعديل الإشارات
- التحكم بالولوج للوسط
- تغليف البيانات

ج- ما هي العبارة الصحيحة التي يمكن قولها حول تقنية Token Ring ؟

- في هذه الشبكة تحدث تصادمات بصورة طبيعية.

- كل أجهزة الشبكة ترسل وتستقبل في نفس الوقت.
- بإمكانية الجهاز الحاصل على إشارة المرور من إرسال بياناته.
- تستخدم طبوغرافية خطية.

اتصالات البيانات والشبكات

الشبكات اللاسلكية (Wireless Networks)

الوحدة التاسعة : الشبكات اللاسلكية (Wireless Networks)

الجدارة:

دراسة الأنواع المختلفة من الشبكات اللاسلكية والأجهزة المستخدمة لبناء هذه الشبكات.

الأهداف:

عندما تكتمل هذه الوحدة يكون المتدرب قادرا على:

١. التعرف على المواصفات والمعايير المختلفة للشبكات اللاسلكية.

٢. المقارنة بين تلك التقنيات المختلفة.

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ٦ ساعات.

الوسائل المساعدة:

تنفيذ التدريبات العملية بالمعمل.

متطلبات الجدارة:

اجتياز جميع المقررات السابقة.

٩- ١ مقدمة

نظرا لحاجة مستخدمي الاتصالات الصوتية واتصالات البيانات إلى سعة وسرعة أكبر إلى جانب تقليل التكلفة فقد تم تطوير تقنيات جديدة تلبي هذه الاحتياجات واستخدمت فيها الشبكات اللاسلكية لتحل محل الشبكات السلكية ونذكر منها شبكات الاتصالات باستخدام الأقمار الصناعية والتي يمكن لقمر صناعي واحد أن يغطي ثلث الكرة الأرضية والذي يمكن أن يصل إلى مناطق ذات طبيعة جغرافية يصعب الوصول إليها باستخدام الشبكات اللاسلكية مثال ذلك الغابات الكثيفة والجزر البحرية، شبكات الخلوي اللاسلكية والتي سهلت كثيرا من الاتصالات المتنقلة، شبكات المسار المغلق المحلية اللاسلكية والتي حلت محل الاتصالات الصوتية واتصالات البيانات التي تستخدم توصيلات سلكية بين المشتركين وأخيرا الشبكات المحلية اللاسلكية

٩- ٢ شبكات الأقمار الصناعية (Satellite Communications)

باستخدام الأقمار الصناعية يمكن إرسال الإشارات لمسافات بعيدة جدا حيث يوضع القمر الصناعي على ارتفاع ٣٦٠٠٠كيلومتر (Geostationary orbit) ويمكن لقمر واحد أن يغطي حوالي ثلث الأرض.

٩- ٢- ١ الأنواع المختلفة للاتصالات باستخدام الأقمار الصناعية

أ- من حيث المساحة المغطاة بالأقمار الصناعية

- تغطية كاملة للكرة الأرضية
- تغطية لمنطقة محددة من الأرض وتحتوي على عدد من الدول
- تغطية لدولة محددة

ب- من حيث نوع الخدمة المقدمة

- ا لخدمة الثابتة للأقمار الصناعية(Fixed Satellite Service- FSS)
- خدمة إذاعة بالأقمار الصناعية(Broadcast Satellite Service- BSS)
- الخدمة المتنقلة للأقمار الصناعية(Mobil Satellite Service- MSS)

ت- من حيث الاستخدام العام
- استخدام تجاري
- استخدام عسكري
- استخدام معملي

يبين الشكل (٩- ١) الترددات المختلفة المستخدمة لكل خدمة مقدمة من الأقمار الصناعية.

باستخدام الترددات العالية يكون نطاق التردد أعلى ولكن الموجات الكهرومغناطيسية تواجه معوقات للتراسل عند الترددات العالية.

لكل نطاق تردد مجوز لخدمة معينة هناك تردد خاص للوصلة الصاعدة (up link) وآخر للوصلة النازلة (down link) حيث يكون تردد الوصلة الصاعدة أعلى من تردد الوصلة النازلة شكل (٩- ١).

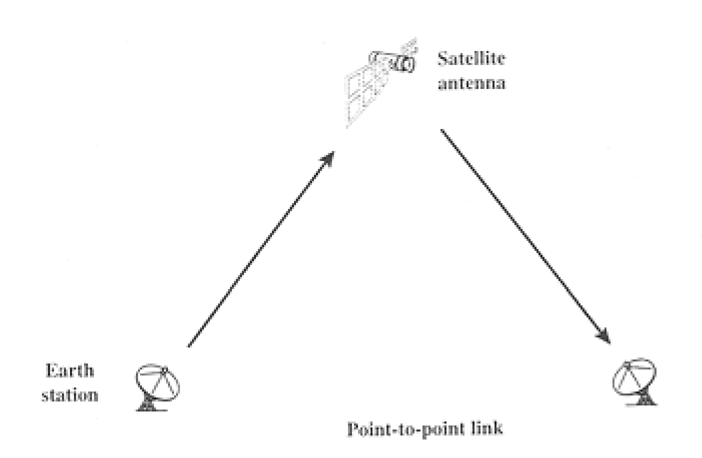
Band	Frequency Range	Total Bandwidth	General Application
L	1 to 2 GHz	1 GHz	Mobile satellite service (MSS)
S	2 to 4 GHz	2 GHz	MSS, NASA, deep space research
C	4 to 8 GHz	4 GHz	Fixed satellite service (FSS)
X	8 to 12.5 GHz	4.5 GHz	FSS military, terrestrial earth exploration, and meteorological satellites
Ku	12.5 to 18 GHz	5.5 GHz	FSS, broadcast satellite service (BSS)
K	18 to 26.5 GHz	8.5 GHz	BSS, FSS
Ka	26.5 to 40 GHz	13.5 GHz	FSS

شكل ٩-١

٩- ٢- ٢ الأنواع المختلفة للشبكات باستخدام الأقمار الصناعية

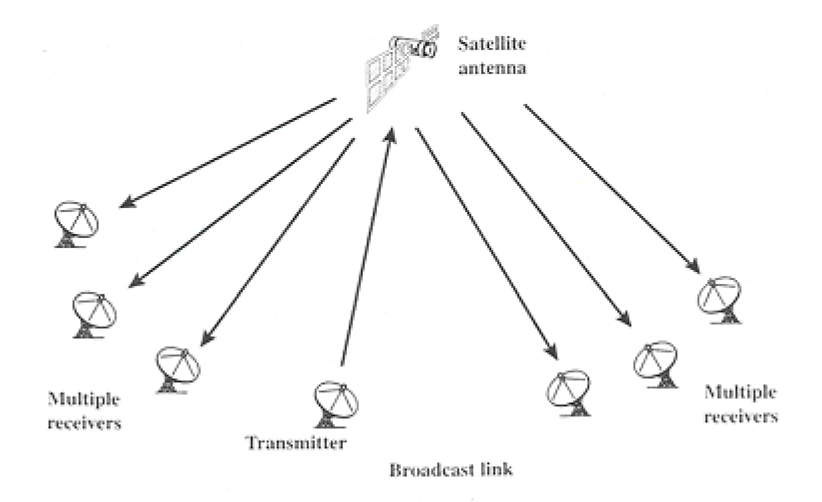
أ- شبكات الاتصالات من نقطة إلى نقطة حيث يتم الإرسال من محطة أرضية (المرسل) إلى القمر الصناعي الذي يقوم بدوره بتكبير الإشارات المستقبلة وإعادة إرسالها إلى محطة أرضية أخرى (المستقبل)

يبين الشكل (٩- ٢) هذا النوع من الشبكات



شكل ٩ – ٢

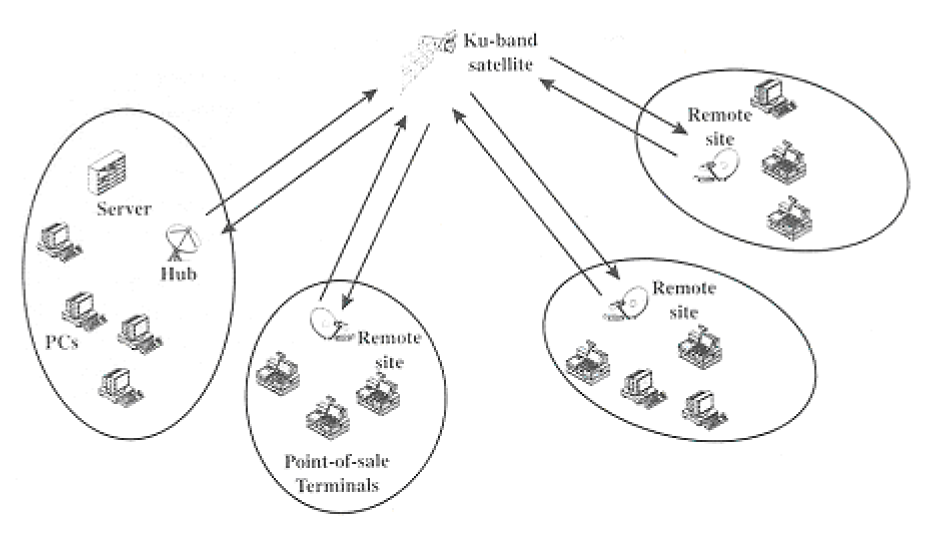
ب- شبكات اتصالات الإذاعة حيث يتم الإرسال من محطة أرضية (المرسل) إلى القمر الصناعي الذي يقوم بدوره بتكبير الإشارات المستقبلة وإعادة إرسالها إلى عدد كبير من مستقبلي الإرسال الإذاعي (راديو وتليفزيون). يبين الشكل (٩- ٣) هذا النوع من الشبكات



شكل ٩ – ٣

ت- شبكات الطرفيات ذات الهوائي صغير المساحة
(Very Small Aperture Terminal -VSAT)

هذا النوع من الشبكات مختلف من حيث إن المحطة الأرضية تعمل كمرسل ومستقبل في نفس الوقت ويتم الإرسال من محطة أرضية (المرسل) إلى القمر الصناعي الذي يقوم بدوره بتكبير الإشارات المستقبلة وإعادة إرسالها إلى المحطة الأرضية المعنية و يبين الشكل (٩- ٤) هذا النوع من الشبكات.



شكل ٩ -٤

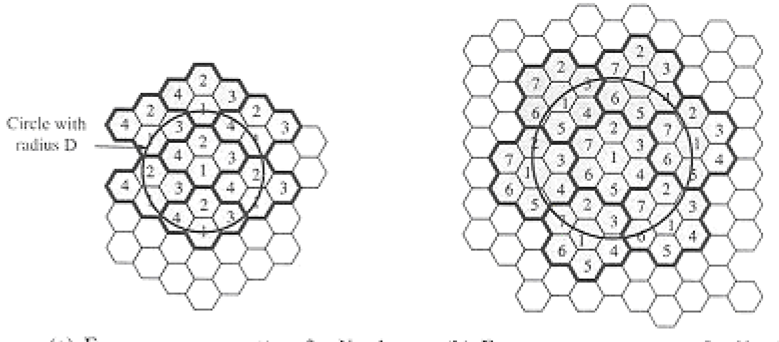
٩- ٣ شبكات الخلوي اللاسلكية (Cellular Wireless Network)

الهاتف الخلوي صمم خصيصا لتوفير الاتصال بين وحدتين متحركتين أو بين وحدة متحركة ووحدة ثابتة حيث يستخدم الفراغ لربط الهاتف الجوال (mobile station) بمحطة القاعدة (base station) داخل مساحة جغرافية محددة تسمى الخلية cell وتقوم وحدة التحكم المركزي للهاتف الجوال (mobile telephone switching center) بالتنسيق بين محطات القاعدة المختلفة لإتمام الاتصال في حالة تجول الهاتف الجوال داخل خليته أو بالخلايا الأخرى التي تختلف في مساحاتها حسب كثافة المشتركين مستخدمي الهاتف الجوال، كما ترتبط هذه الوحدة بالشبكة الهاتفية الثابتة لإتمام الاتصال بين الهاتف الجوال والهاتف الثابت. وتختلف أنواع الهاتف الخلوي بين النوع التماثلي والنوع الرقمي ومن حيث الترددات بين ٩٠٠- ١٨٠٠- ١٩٠٠ ميجا هرتز و ٢,٣ جيجا هرتز.

اتصالات الهاتف الخلوي بدأت أيضا تتكامل مع اتصالات الأقمار الصناعية بحيث جعل هذا التكامل إمكانية اتصال الهاتف الجوال بين أي نقطتين في هذا العالم الواسع.

إن أساس عمل شبكات الخلوي اللاسلكية يعتمد على استخدام محطات إرسال ذات قدرة منخفضة ، ونظرا لذلك فإن المساحة الواسعة يتم تقسيمها إلى خلايا . كل منها له نطاق تردد معين محدد من المحطة القاعدة (base station) التي تتكون من مرسل ومستقبل ووحدة تحكم. الخلايا المتجاورة لها نطاقات تردد مختلفة لتفادي التداخل أما الخلايا المتباعدة فيمكنهم استخدام نفس نطاق التردد. وهذا ما يسمى بإعادة استخدام التردد (Frequency reuse) .

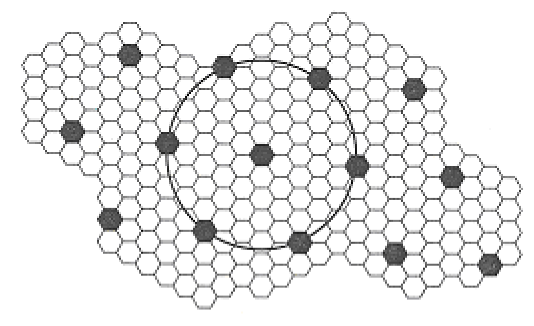
الشكل (٩- ٥) يبين تقنية إعادة استخدام التردد حيث N هي عدد الخلايا التي يمكن تكرار استخدام التردد لها .



(a) Frequency reuse pattern for $N = 4$



(b) Frequency reuse pattern for $N = 7$



(c) Black cells indicate a frequency reuse for $N = 19$

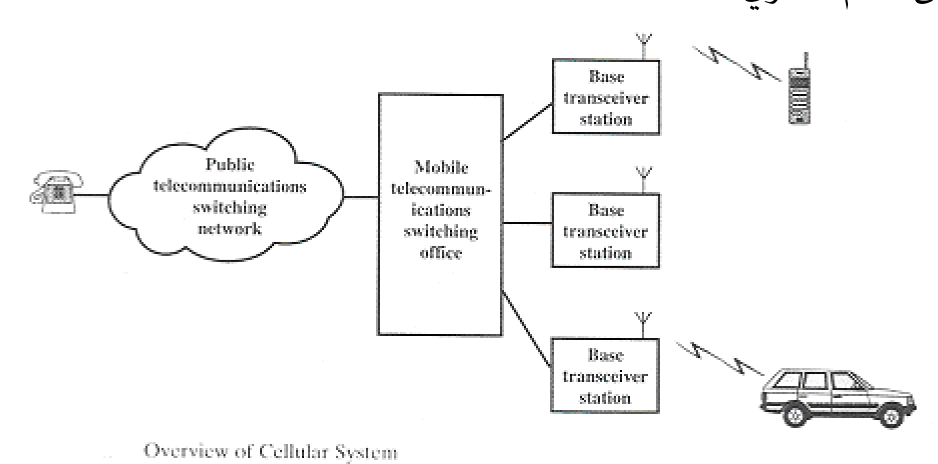
Frequency Reuse Patterns

شكل ٩ – ٥

تتكون شبكة الخليوى اللاسلكية من :

- المحطة الأساسية (Base Station) وتتكون من هوائي وحدة تحكم وعدد من المرسلات والمستقبلات ..تقوم وحدة التحكم بتناول عملية المكالمة بين الوحدة المتنقلة (الجوال) وباقي الشبكة .

في أي وقت ، عدد من الوحدات المتنقلة تتحرك في مجال الخلية تتصل بالمحطة الأساسية التي تقوم بإرسال المكالمة إلى المستوى الأعلى حتى يتم إتمام المكالمة بين المشترك المتدرب والمطلوب ، ويبين شكل (٩-٦) نظرة عامة على نظام الخلوي .

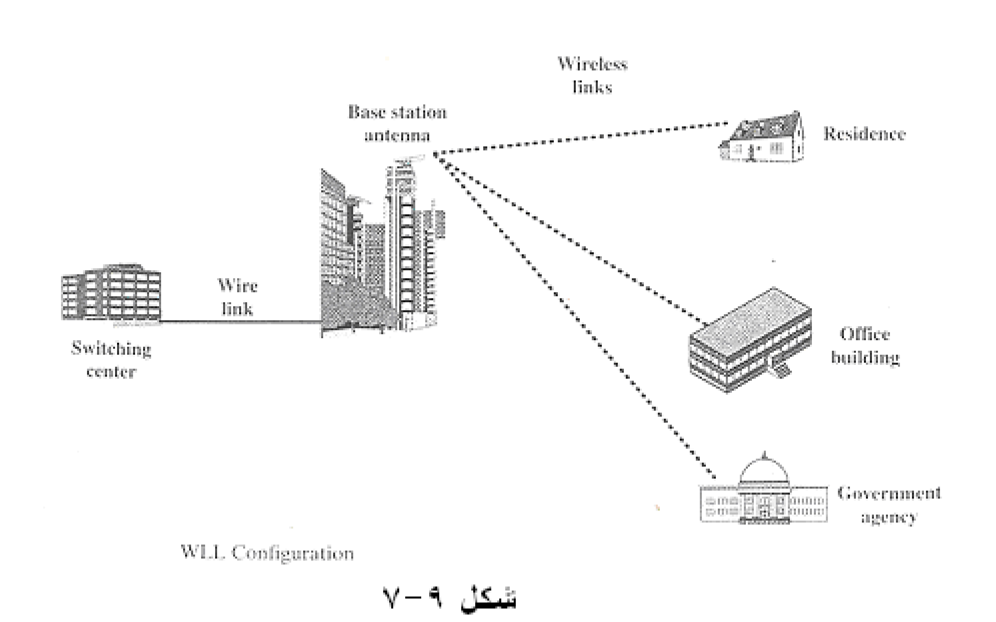


Overview of Cellular System

شكل ٩ – ٦

٩- ٤ شبكات الحلقات المحلية اللاسلكية(Wireless Local Loop-WLL)

عادة ما تكون التوصيلات بين مشتركي الاتصالات الصوتية والبيانات توصيلات سلكية .
نظرا لطلب المشتركين لسعة وسرعة أكبر لعملية الاتصالات فإن الاتصالات السلكية تحد من ذلك .
إن موردي خدمات الاتصالات قد طوروا عدة تقنيات لتلبية حاجة المشتركين ومنها تقنية الحلقات اللاسلكية (WLL) التي تستخدم تقنية النطاق الضيق و تسمح بربط المنازل والمؤسسات بشبكة اتصالات عامة. عن طريق الوسائل اللاسلكية بدل شركات الهاتف التقليدي الثابت ..هزة التقنية تقدم سرعة عالية وسعة أكبر للاتصالات الصوتية واتصالات البيانات.الشكل (٩- ٧) يبين خلية واحدة من شبكة WLL حيث كل خلية لديها هوائي محطة القاعدة (basic station).



شكل ٩-٧

٩- ٥ الشبكات المحلية اللاسلكية(Wireless Local Area Network WLAN)

بات عدد كبير من الشركات يعتمد على الشبكات اللاسلكية كبديل للشبكات السلكية التقليدية بغية التوفير في الوقت والجهد والتقليل من المشاكل التي تعاني منها هذه الشبكات اللاسلكية التي يبدو أنها تواجه خطر الزوال أمام زحف الشبكات اللاسلكية. وما يدعم هذه المقولة هو أن الشبكات اللاسلكية التي تم نشرها في بعض الشركات خلال السنوات القليلة الماضية أثبتت فاعلية كبيرة من حيث خفض التكاليف ورفع الإنتاجية. وبالمقارنة بالتقنيات الأخرى فقد استطاعت تقنية الشبكات

المحلية اللاسلكية باستخدام إشارات الراديو (WLAN) التغلب على مشكلة نقل المعلومات لاسلكيا لمسافات بعيدة نسبيا وبتكلفة معتدلة ، فمثلا تفوقت على تقنية نقل المعلومات عبر الأشعة تحت الحمراء حيث كانت محدودة لمسافات لا تزيد عن ٢٠ مترا وهي غير قادرة على اختراق الحواجز، أيضا تفوقت على تقنية UMTS (universal mobile telecommunications system) المستخدمة في الهاتف المحمول؛ لأن نقل المعلومات في تقنية WLAN أسرع بكثير وبتكاليف معتدلة؛ ولأن تقنية UMTS في الهاتف المحمول غير متواجدة بكميات كافية في السوق حاليا.الشكل (٩- ٨) يبين خلية واحدة من WLAN.

وسرعة نقل البيانات عبر النقاط الساخنة(hot points) تقل مع زيادة المسافة بين المستخدم ونقطة الوصول. هذه المسافة تصل في المناطق المفتوحة إلى ٣٠٠ متر في المتوسط وفي الأماكن المغلقة بسبب الجدران الفاصلة تصل هذه المسافة إلى ٥٠ مترا في المتوسط حيث تختلف تلك المسافة تبعا لنوعية الجدران الفاصلة. وفي بعض التطبيقات يحتاج إلى تجهيز عدة نقاط وصول لتغطية مساحة واسعة، ويسمح للمستخدمين بالتجول من منطقة إلى أخرى بدون أن يفقدوا الاتصال بالشبكة. الشكل (٩- ٩) يبين عدة خلايا من WLAN .

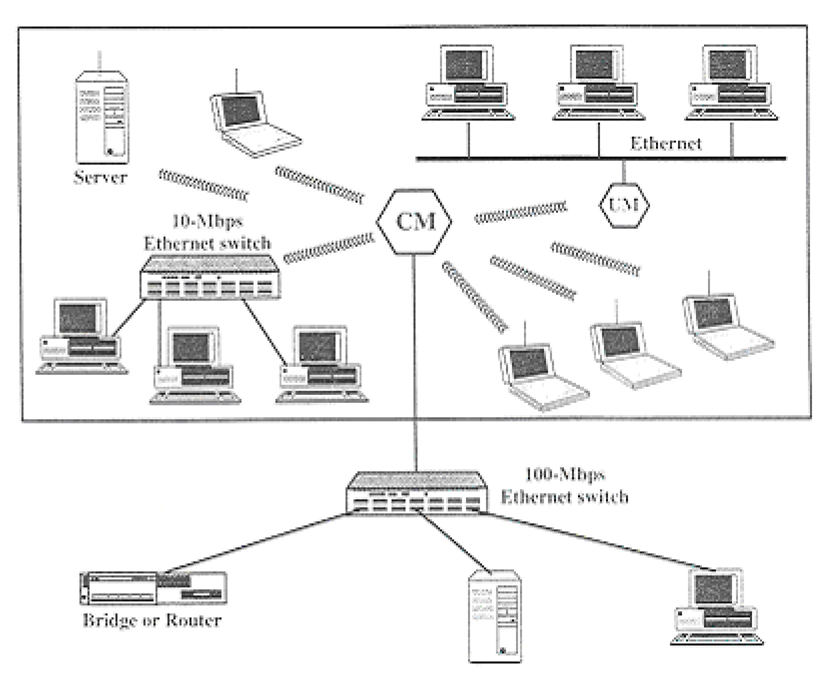
ويعنى معهد المهندسين الإلكترونيين والكهربائيين (Electrical and Electronics Institute of Engineers/IEEE) بالولايات المتحدة الأمريكية بوضع المواصفات القياسية للشبكات المحلية اللاسلكية، حيث بدأت نشاطها سنة ١٩٩٧ بوضع النظام ٨٠٢,١١ الذي يسمح بتبادل المعلومات بسرعة ٢ ميجابيت لكل ثانية، هذا النظام القياسي أضيفت إليه بعض التحسينات ليظهر نظامان قياسيان سنة ١٩٩٩، النظام b802.11 الذي ينقل المعلومات بسرعة ١١ ميجابيت لكل ثانية والنظام القياسي a802.11 الذي ينقل المعلومات بسرعة ٥٤ ميجابيت لكل ثانية.

إلا أن أغلب الأجهزة الموجودة في السوق إلى وم تتبع النظام القياسي b802.11 وذلك لأن أجهزته بسيطة وسهلة التركيب وأسعارها معتدلة. كما إن الأجهزة التي تتبع النظام القياسي a802.11 لا تستطيع أن تعمل مع أجهزة النظام القياسي b802.11 بسبب اختلاف التردد الموجي بينهما. ولذلك ظهر في منتصف عام ٢٠٠٣ النظام القياسي الجديد g802.11 الذي يعمل في نفس التردد الموجي الخاص بالنظام b802.11، لكن سرعة نقل البيانات تحسنت إلى ٥٤ ميجابيت لكل ثانية، وسوف يستخدم هذا النظام الجديد في التطبيقات المستقبلية مثل تبادل المحتويات التفاعلية والفيديوية.

أما الجهة التي تختبر مستوى التشغيل التبادلي في تجهيزات الشبكات المحلية اللاسلكية فهي اتحاد صناعي يعرف باسم (alliance/WECA wireless ethernet compatibility) أي اتحاد توافق إنترنت اللاسلكي. وتختم المنتجات التي تجتاز اختبارات هذا الاتحاد بختم الصحة Wi-Fi (wireless

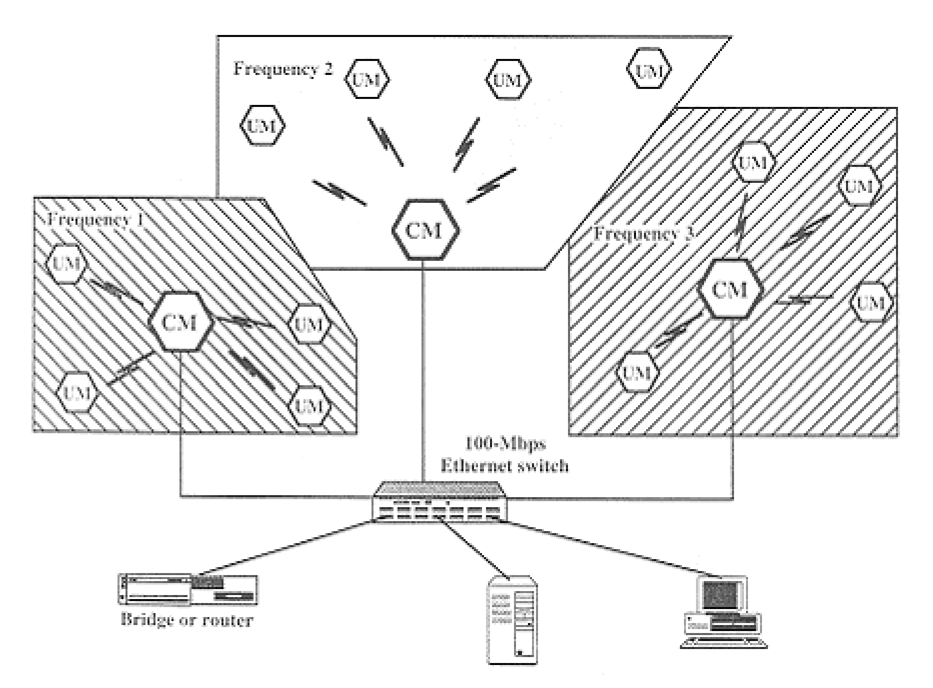
fidelity) ، وبذلك تصبح أجهزة المستخدم المحمولة التي بها بطاقة الشبكة اللاسلكية من منتجين مختلفين صالحة للعمل مع بعضها.

لحماية نقل البيانات ضد التنصت والتجسس تستخدم تجهيزات الشبكات المحلية اللاسلكية برامج التشفير وطرق التحقق من هوية المستخدم لضمان أمانة نقل البيانات.



Example Single-Cell Wireless LAN Configuration

شكل ٩–٨



Example Multiple-Cell Wireless LAN Configuration

شكل ٩ – ٩

أسئلة الوحدة التاسعة

أجب عن الأسئلة الآتية:

١- اذكر الأنواع المختلفة من الشبكات اللاسلكية

٢- اشرح تقنية إعادة استخدام التردد المستخدمة في شبكات الخلوي اللاسلكية

٣- - لماذا يكون تردد الوصلة الصاعدة (up link) أعلى من تردد الوصلة النازلة(down link) في اتصالات الأقمار الصناعية ؟

٤- ما هي مميزات شبكات WLL مقارنة بشبكات الهواتف ؟

٥- قارن بين تقنيةWLAN مع تقنية UMTS وتقنية نقل المعلومات عبر الأشعة تحت الحمراء

اتصالات البيانات والشبكات

تطبيقات

الوحدة العاشرة: تطبيقات

الجدارة:

التعرف على بعض التطبيقات المختلفة والمتعلقة بمقرر اتصالات البيانات والشبكات.

الأهداف:

عندما تكتمل هذه الوحدة يكون المتدرب قادرا على:

١- التعرف على مواصفات وأصناف الكيبلات ونوع الشبكة المتعلقة بكل كابل.

٢- توصيل الكيبلات بالوصلات المختلفة واختبار تلك الكيبلات بأجهزة الاختبار.

٣- تثبيت بطاقة الشبكة

٤- إعداد البروتوكولات المختلفة مثل بروتوكولTCP/IP .

٥- التهيئة الأساسية للشبكات المحلية.

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن ٩٠٪.

الوقت المتوقع لتدريب هذه الوحدة: ٣ساعات.

الوسائل المساعدة:

تنفيذ التطبيقات العملية في المعمل.

متطلبات الجدارة:

طالما إنه لا يوجد شيء قبل هذه المهمة فيجب التدريب على جميع المهارات لأول مرة.

التطبيق الأول: تجهيز كيبل ذي وصلة مستقيمة

الهدف من التطبيق:

إنشاء أو تجهيز كيبل ذي وصلة مستقيمة (Cable thru) لتوصيل أي محطة أو وحدة عمل إلى مجمع، مبدل.

التوضيح:

سوف نرى في هذا التطبيق كيفية إنشاء أو تجهيز كيبل من النوع UTP من الفئةCat 5 وفحصه للتأكد من سلامة التوصيل. ويكون هذا التجهيز مبني على طريقة الوصلة المستقيمة وهذا يعني أن ألوان الأسلاك على مستوى الوصلة الأولى مطابق تماما لألوان الأسلاك على مستوى وصلة الطرف الثاني للكيبل بحيث يكون لون السلك المتصل بالدبوس رقم ١ للوصلة الأولى هو نفس لون السلك المتصل بالدبوس رقم ١ للوصلة الثانية، ولون السلك المتصل بالدبوس رقم ٢ للوصلة الأولى هو نفس لون السلك المتصل بالدبوس رقم ٢ للوصلة الثانية وهكذا.

يستخدم هذا النوع من الكيبلات المجهزة لتوصيل محطة أو وحدة عمل إلى مجمع أو مبدل. ويكون التشبيك أو التوصيل متوافق مع المعيار T568B أي تكون الثمانية أسلاك الموجودة بالكيبل UTP مثبتة على وصلةRJ 45 حيث تستخدم أربعة أسلاك من الثمانية في حالة شبكة إيثرنت 10 Base T، 100 Base TX، أما شبكات الإيثرنت من نوع 1000 Base T, 100 Base T4 فإنها تستخدم الأسلاك الثمانية كلها.

الأدوات أو الأجهزة المساعدة:

- قطعة كابل UTP من الفئة Cat 5 طولها حوالي مترين.
- ٤ وصلات من النوع RJ 45.
- أداة لاوية (Crimper) لوصلات من النوعRJ 45 لكبس الأسلاك مع الوصلة.
- جهاز اختبار التوصيل للكابلات UTP.
- أداة لقطع أو تقشير الأسلاك.

خطوات تنفيذ التطبيق :

تستخدم الجداول والرسومات لتجهيز أو إعداد كيبلات من النوع UTP ذي وصلة مستقيمة حسب المعيار T568-B أو المعيار T568-A.كما هو مبين بالشكل (١٠- ١)

١- جرد الكيبل من غمده الخارجي حوالي ٥ سنتيمتر.

٢- نظم أزواج الأسلاك حسب الترتيب الذي يوافق المعيار T568-B ابتداء من اليسار (الزوج البرتقالي، الزوج الأخضر، الزوج الأزرق، الزوج البني).

٣- فك الازدواج بمقدار مسافة قصيرة من الأزواج الخضراء والزرقاء ورتب الأسلاك بحيث تتوافق مع مخطط ألوان المعيار T568-B ثم فك الازدواج لبقية الأسلاك ورتبها مع المخطط اللوني.

٤- قص الأسلاك المرتبة حوالي ٢ سنتيمتر على حافة الغمد لسهولة وضعها في الوصلة.

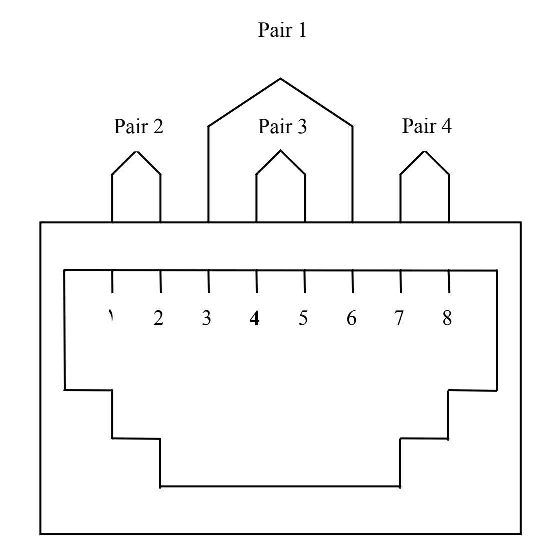
٥- ضع الأسلاك المرتبة بعد قصها داخل وصلة RJ 45 بحيث تكون شوكة الوصلة متجهة للجانب السفلي والزوج البرتقالي في أقصى يسار الوصلة.

٦- ادفع بلطف الوصلة فوق الأسلاك حتى تظهر النهايات النحاسية للأسلاك من خلال نهاية الوصلة. تأكد من أن نهاية الغمد الخارجي للكيبل موجودة ضمن الوصلة وكل الأسلاك مرتبة بشكل سليم .

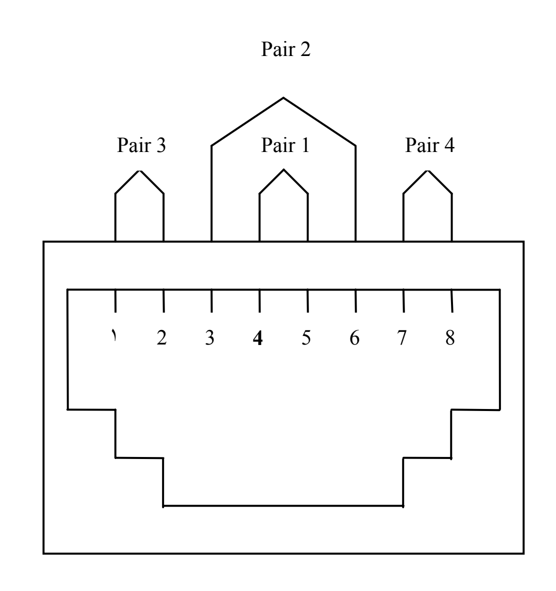
٧- ضع الوصلة التي بها الأسلاك في المكان المخصص لها في أداة اللاوية ثم اضغط على مقبض اللاوية لعصر الأسلاك حتى تتمكن هذه الأسلاك من التجرد من عوازلها ولمس تماسات الوصلة مكونة مسارا ناقلا.

٨- كرر الخطوات من ١ إلى ٧ بالنسبة للطرف الثاني للكيبل لتجهيزه بصفة نهائية.

٩- افحص الكيبل الذي تم تجهيزه بواسطة الجهاز الخاص باختبار الكابلات.



T568B



T568A

شكل ١٠-١

الجدول التالي يوضح توصيلة كيبل بالوصلة RJ 45 حسب المعيار T568-B

رقم دبوس الوصلة	رقم زوج السلك	الوظيفة التي يقوم بها السلك	لون السلك	هل يستخدم السلك في 10 BaseT,100BaseT?	هل يستخدم السلك في 100BaseT4,1000BaseT?
1	2	إرسال+	أبيض برتقالي	نعم	نعم
2	2	إرسال_	برتقالي	نعم	نعم
3	3	استقبال	أبيض أخضر	نعم	نعم
4	1	غير مستخدم	أزرق	لا	نعم
5	1	غير مستخدم	أبيض أزرق	لا	نعم
6	3	استقبال	أخضر	نعم	نعم
7	4	غير مستخدم	أبيض بني	لا	نعم
8	4	غير مستخدم	بني	لا	نعم

التطبيق الثاني: إنشاء كيبل عبور

الهدف من التطبيق:

يهدف هذا التطبيق إلى التعرف على كيفية إنشاء كيبل عبور حسب المعيار T568-B وذلك لتوصيل وحدة أو محطة عمل إلى وحدة أو محطة عمل أخرى أو توصيل مبدل بمبدل آخر.

التوضيح :

سوف نرى في هذا التطبيق عملية إنشاء كيبل عبور UTP من الفئة Cat 5 واختباره للتأكد من تحقيق صحة التوصيل وترتيب الألوان الترتيب الصحيح. يتم تحقيق هذه العملية بعكس أزواج الأسلاك رقم ٢ ورقم ٣ من الطرف الأول إلى الطرف الثاني وهذا يعني أيضا أن التوصيلة على أحد أطراف الكيبل تكون حسب المعيار T568-B وتكون الأسلاك الثمانية للكيبل منتهية بوصلات من النوع RJ45 المعيارية. ويستخدم هذا النوع من الكيبلات المجهزة لربط محطتي عمل مع بعضهما أو مجمعين أو مبدلين أو أكثر.

الأدوات أو الأجهزة المساعدة :

- قطعة كيبل UTP من الفئة Cat 5 طولها حوالي ٢ متر.
- وصلات من النوع RJ 45 .
- أداة لاوية خاصة بوصلات من النوع RJ 45 لكبس الأسلاك مع الوصلة.
- جهاز اختبار صحة تواصل الكيبلات UTP .
- أداة لتقشير وقطع الأسلاك .

خطوات تنفيذ التطبيق :

تستخدم الجداول والرسومات لإنشاء كيبل عبور علما بأنه يكون أحد أطرافه موصله حسب المعيار T568-B ويكون الطرف الآخر موصل حسب المعيار T568-A كما هو مبين بالجداول والرسومات.

١- جرد الكيبل من غمده الخارجي حوالي ٥ سنتيمتر.

٢- نظم أزواج الأسلاك حسب الترتيب الذي يوافق المعيار 568-B ابتداء من إلى سار (الزوج البرتقالي، الزوج الأخضر، الزوج الأزرق، الزوج البني).

٣- فك التواء أو ازدواج السلك بمقدار مسافة قصيرة من الأزواج الخضراء والزرقاء ورتب الأسلاك بحيث تتوافق مع مخطط ألوان المعيار 568-B ثم كرر فك الالتواء وترتيب الأسلاك المتبقية حسب المخطط اللوني.

٤- يتم تسطيح وتقويم وصف الأسلاك ثم قصها بحوالي ٢ سنتيمتر على حافة الغمد لسهولة وضعها في الوصلة.

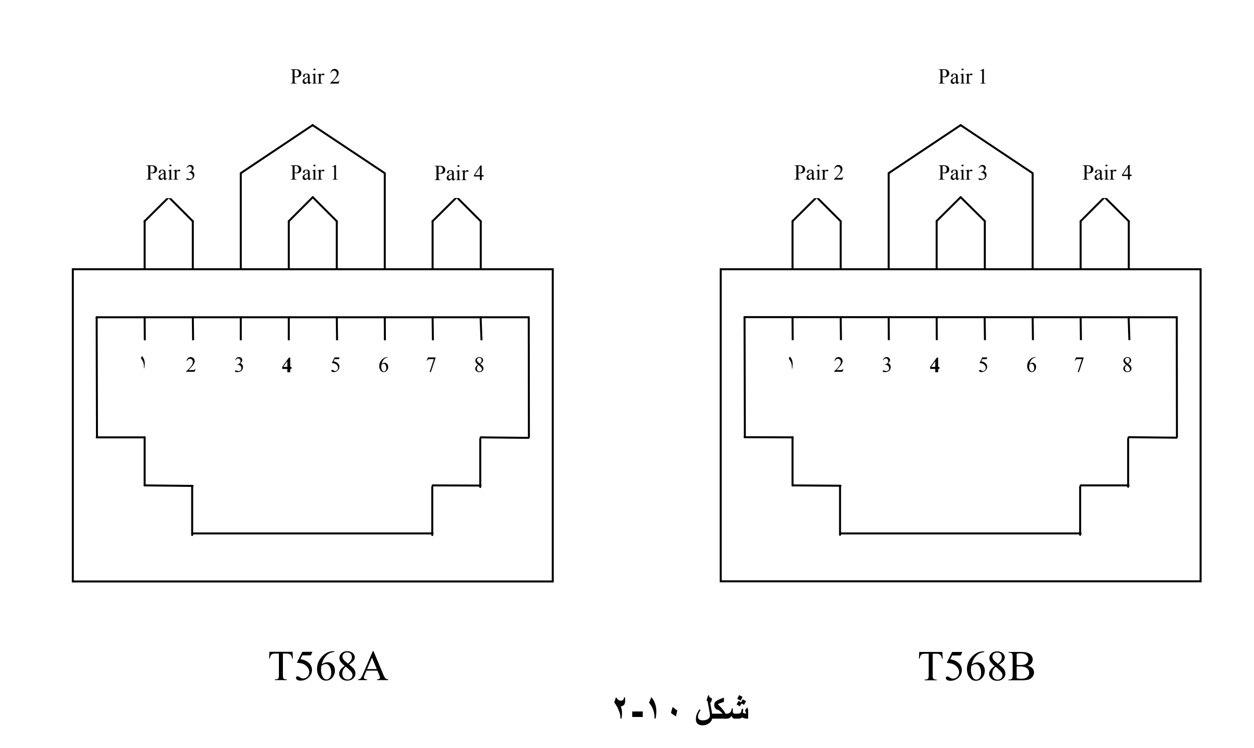
٥- ضع الأسلاك المرتبة بعد قصها داخل وصلة RJ 45 بحيث تكون شوكة الوصلة متجهة للجانب السفلي والزوج البرتقالي في أقصى يسار الوصلة.

٦- ادفع بلطف الوصلة فوق الأسلاك حتى تظهر النهايات النحاسية للأسلاك من خلال نهاية الوصلة. تأكد من أن نهاية الغمد الخارجي للكيبل موجودة ضمن الوصلة وكل الأسلاك مرتبة بشكل سليم.

٧- أدخل الوصلة التي بها الأسلاك في المكان المخصص لها في أداة اللاوية ثم اضغط على مقبض اللاوية لعصر الأسلاك حتى تتمكن هذه الأسلاك من التجرد من عوازلها ولمس تماسات الوصلة مكونة مسارا ناقلا.

٨- كرر الخطوات من ١ إلى ٧ لتثبيت الطرف الثاني من الكيبل لكن هذه المرة مستخدما المخطط المتوافق مع المعيار 568-A .

٩- افحص الكيبل الذي تم تجهيزه بواسطة جهاز الاختبار الخاص بذلك.



شكل ١٠-٢

الجدول التالي يوضح توصيلة كيبل بالوصلة RJ 45 حسب المعيار T568-B

رقم دبوس الوصلة	رقم زوج الأسلاك	وظيفة السلك	لون السلك	هل يستخدم في **10BaseT,100BaseT?**	هل يستخدم في **100BaseT4,1000BaseT?**
1	2	إرسال+	أبيض برتقالي	نعم	نعم
2	2	إرسال_	برتقالي	نعم	نعم
3	3	استقبال	أبيض أخضر	نعم	نعم
4	1	غير مستخدم	أزرق	لا	نعم
5	1	غير مستخدم	أبيض أزرق	لا	نعم
6	3	استقبال	أخضر	نعم	نعم
7	4	غير مستخدم	أبيض بني	لا	نعم
8	4	غير مستخدم	بني	لا	نعم

والجدول التالي يوضح توصيلة كيبل بالوصلة RJ 45 حسب المعيار T568-A .

رقم دبوس الوصلة	رقم زوج الأسلاك	وظيفة السلك	لون السلك	هل يستخدم في 10BaseT,100BaseT?	هل يستخدم في 100BaseT4,1000BaseT?
1	3	إرسال	أبيض أخضر	نعم	نعم
2	3	إرسال	أخضر	نعم	نعم
3	2	استقبال	أبيض برتقالي	نعم	نعم
4	1	غير مستخدم	أزرق	لا	نعم
5	1	غير مستخدم	أبيض أزرق	لا	نعم
6	2	استقبال	برتقالي	نعم	نعم
7	4	غير مستخدم	أبيض بني	لا	نعم
8	4	غير مستخدم	بني	لا	نعم

التطبيق الثالث: اختبار مخطط الأسلاك

الهدف من التطبيق :

- اكتساب مهارة استخدام جهاز اختبار ذي إمكانيات متقدمة.
- استخدام ميزة تخطيط ألوان الأسلاك التي يتميز بها الجهاز للكشف عن تلامس الأسلاك (Short) أو القطع في أي سلك (Open) من كيبلات UTP .
- إنجاز عملية تخطيط الأسلاك على الكيبلات للكشف عن أعطال غير ممكن كشفها بأدوات الاختبار العادية.

التوضيح :

سوف نتعرف خلال هذا التطبيق على بعض ميزات جهاز اختبار مخطط الأسلاك الذي نستخدم معه الكيبلات من نوع UTP فقط. يمكن بواسطة هذا الجهاز معرفة أي دبابيس من أحد أطراف الكيبل موصلة مع أي دبابيس من الطرف الثاني للكابل. وهكذا نستطيع أن نعرف هل أسلاك الكيبل موصلة بطريقة سليمة أم لا. سوف نفحص أيضا عدداً من الكيبلات بكل أزواجها الأربعة لمعرفة بعض المشاكل التي غالبا ما تحدث في حالات توصيل الأسلاك بطريقة غير سليمة. ولابد أن نعرف أن نوعية الكيبل والوصلات المثبتة عليه من العوامل التي تؤثر على أداء الشبكة.

الأدوات والأجهزة المساعدة :

- قطعة من كابلUTP فئة Cat 5 ذي وصلة مباشرة أو مستقيمة من الفئة Cat 5 .
- قطعة من كيبل عبور فئة Cat 5.
- قطعة من كيبل UTP ذي وصلة مستقيمة في حالة دائرة مفتوحة (Open).
- قطعة من كيبل UTP ذي وصلة مستقيمة في حالة قصر (Short).
- قطعة من كيبل UTP فئة Cat 5 مع حالة الزوج المقسوم.
- جهاز اختبار الكيبلات موديل Fluke 620 أو أي جهاز مكافئ له.

خطوات تنفيذ التطبيق:

الخطوة الأولى: إعداد جهاز الاختبار للكيبل المعني بالأمر

تتعلق التعليمات الآتية بجهاز الاختبار موديل Fluke 620.

- ضع مؤشر المفتاح الدوار على الوضع Wire MAP.
- اضغط على زر SET UP للدخول إلى نمط التهيئة. يأتي أول خيار CABLE.
- اضغط على الأزرار UP أو DOWN لاختيار نوع الكيبل والذي سيكون UTP.
- اضغط على ENTER للموافقة على الإعدادات المختارة.
- استمر في الضغط على UP/DOWN ثم ENTER إلى أن نضبط ونختار مميزات الكيبل التي تظهر بالجدول التالي:

خيارات جهاز الاختبار	التهيئة المطلوبة
CABLE	UTP
WIRING	10 Base-T
CATEGORY	Cat 5
WIRE SIZE	AWG 24
CAL to CABLE?	No
BEEPING	ON or OFF
LCD CONTRAST	From 1 to 10

الخطوة الثانية: تركيب الكيبل للاختبار على الجهاز

- ضع أحد أطراف الكيبل في مقبس UTP/FTP.
- أدخل الطرف الثاني من الكيبل في وصلة الأنثى للمقارن من نوع RJ45-RJ45.
- قم بتوصيل معرف الكيبل في الجهة الثانية من المقارن. معرف الكيبل ووصلة المقارن هي أدوات ملحقة بجهاز الاختبار موديل Fluke 620.

الخطوة الثالثة: إجراء عملية فحص مخطط الأسلاك

نستطيع بواسطة جهاز اختبار مخطط الأسلاك معرفة توصيل الأسلاك في كل من طرفي الكابل. تكون مجموعة الأرقام العلوية على شاشة الجهاز متعلقة بالطرف الأول للكيبل (Near End) وتكون مجموعة الأرقام السفلية المعروضة على الشاشة متعلقة بالطرف الثاني للكيبل (Far End). أنجز عملية فحص لمخطط الأسلاك لكل من الكيبلات المراد فحصها وأكمل الجدول التالي:

رقم الكابل	حالة التوصيل: عبور أم مستقيمة	عرض نتائج الاختبار	تعريف المشاكل
١		TOP: BOT:	
٢		TOP: BOT	
٣		TOP: BOT:	
٤		TOP: BOT:	
٥		TOP: BOT:	

التطبيق الرابع: استخدام جهاز الاختبار ذي الوظائف المتعددة

الهدف من التطبيق :

الهدف من هذا التطبيق هو المقدرة على القيام بالمهام التالية:

- اكتساب مهارة استخدام جهاز اختبار الكيبلات ذي المميزات أو الوظائف المتعددة.
- اكتساب ميزات الفحص لاختبار الدوائر المفتوحة (Open) أو القصر (Short) في الكيبلات من النوع UTP أو الكيبل المحوري Coaxial Cable.
- فهم كيفية استخدام ميزة Cable ID.

التوضيح :

سوف نرى من خلال هذا التطبيق ميزة استخدام خاصية Pass/Fail (اختبار ناجح/ غير ناجح) لجهاز الاختبار موديل Fluke 620 أو أي جهاز آخر مكافئ له. قد تكون الاختبارات الأساسية للكيبلات مفيدة للكشف عن المشاكل المتعلقة بكابلات UTP والكابلات المحورية.

الأدوات والأجهزة المساعدة :

- قطعة كيبل من النوع UTP فئة Cat 5 ذي وصلة مستقيمة وسليم.
- قطعة كيبل عبور UTP فئة Cat 5 وسليم.
- قطعة كيبل UTP فئة Cat 5 ذي وصلة مستقيمة ويحتوي على قصر بأحد أطرافه.
- قطعة كيبل عبورUTP فئة Cat 5 ويحتوى على قصر بأحد أطرافه.
- قطعة كيبل UTP فئة Cat 5 ذي وصلة مستقيمة ويحتوي على قطع (Open) أحد أو بعض أطرافه.
- قطعة كيبل عبور UTP فئة Cat 5 ويحتوي على قطع (Open) أحد أو بعض أطرافه.
- قطعة كيبل محوري RG 58 أو RG 8 ويحتوى على قصر موصلية (تلامس الناقل الداخلي بالطرف الأرضي).
- جهاز اختبار للكيبلات موديل Fluke 620 أو أي جهاز مكافئ له.

خطوات تنفيذ التطبيق :

الخطوة الأولى: تهيئة الجهاز لاختبار نوع الكيبل المطلوب فحصه (UTP أوCoax)

تتعلق التعليمات الآتية بجهاز الاختبار موديل Fluke 620 أو أي جهاز مكافئ له.

- ضع المفتاح الدوار لجهاز الاختبار على الوضع Test.
- اضغط على زر SET UP للدخول إلى حالة التهيئة. يظهر على الشاشة خيار CABLE.
- اضغط على الأزرار UP أو DOWN حتى تصل إلى نوع الكيبل المطلوب فحصه الذي إما أن يكون TUP أو COAX.
- اضغط على ENTER لقبول الإعدادات.

- استمر في الضغط على الأزرار UP/DOWN و ENTER حتى يصبح جهاز الاختبار مهيأ بالمميزات الموجودة بالجدول التالي.

خيار الجهاز	الإعدادات المطلوبة للكيبل **UTP**	الإعدادات المطلوبة للكيبل **COAX**
CABLE:	UTP	COAX
WIRING:	10 Base-T	10 Base 2 or RG 58
CATEGORY:	CAT 5	N/A
WIRE SIZE:	AWG 24	N/A
CAL to CABLE ?	NO	NO
BEEPING:	ON or OFF	ON or OFF
LCD CONTRAST:	From 1 to 10	From to 10

الخطوة الثانية: تركيب الكيبل المطلوب فحصه(UTP أو Coax)

- ضع أحد أطراف الكيبل UTP المجهز بوصلته في مقبس UTP/FTP لجهاز الاختبار.
- ضع الطرف الثاني للكيبل في وصلة أنثى المقارن RJ45-RJ45 (Coupler) ثم أدخل المتعرف على هوية الكيبل Cable ID في الجهة الثانية من وصلة المقارن.
- بالنسبة للكيبل المحوري، ضع أحد أطرافه الذي يحتوي على الوصلة BNC في مقبس Coax على جهاز الاختبار، وهذا بدون تركيب أي نهاية أو مقاومة طرفية بالطرف الآخر للكابل.

الخطوة الثالثة: إجراء الاختبارات الأساسية مثل خاصية أو وظيفة Pass/Fail (اختبار ناجح/ غير ناجح)

القيام بإجراء عمليات الفحص الأساسية لكل من قطع الكيبلات السبعة المطلوبة في هذا التطبيق ووضع النتائج في الجدول التالي:

رقم الكابل	نوع الكيبل : عبور أم مستقيمة	نتائج الفحص على شاشة عرض الجهاز	وصف المشكلة
١			
٢			
٣			
٤			
٥			
٦			
٧			

التطبيق الخامس: استخدام جهاز اختبار الكيبلات لقياس طول الكابل

الهدف من التطبيق :

الهدف من هذا التطبيق هو المقدرة على القيام بالمهام التالية:

- اكتساب مهارة استخدام جهاز اختبار الكيبلات ذي المميزات أو الوظائف المتعددة.
- استخدام ميزة أو خاصية قياس الطول (Length) لجهاز الاختبار وهذا لغرض كشف القطع أو تلامس الأسلاك في كيبلات UTP أو الكيبلات المحورية (Coax).

التوضيح :

يكتسب المتدرب من خلال هذا التطبيق كيفية استخدام خاصية طول الكيبل (Cable Length) لجهاز اختبار الكيبلات موديل Fluke 620 أو أي جهاز آخر مكافئ له. يساعد هذا النوع من الاختبارات عن الكشف على بعض مشاكل كيبلات UTP والكابلات المحورية Coax. وسوف نرى كيفية استخدام جهاز الاختبار لمعرفة طول الكيبل والتأكد من أنه ضمن المعايير الخاصة به وأيضا أن الأسلاك التي تتضمنها الكيبلات تحتوي على نفس الطول. سوف نقوم بفحص كيبلات مختلفة من النوع UTP والمحورية لمعرفة طولها.

الأدوات والأجهزة المساعدة :

- قطعة كيبل من النوع UTP فئة Cat 5 ذي وصلة مستقيمة وسليم.
- قطعة كيبل عبور UTP فئة Cat 5 وسليم.
- قطعة كيبل UTP فئة Cat 5 ذي وصلة مستقيمة وتالف.
- قطعة كيبل عبور UTP فئة Cat 5 تالف.
- ٣ قطع كيبل محوري بأطوال مختلفة.
- جهاز اختبار الكيبلات موديل Fluke 620 أو أي جهاز اختبار آخر مكافئ له لفحص طول الكابلات.

خطوات تنفيذ التطبيق:

الخطوة الأولى: تثبيت جهاز الاختبار بالكيبل المطلوب فحصه (UTP أو Coax)

- ضع المفتاح الدوار لجهاز الاختبار في الوضع LENGTH.
- اضغط على زر SET UP للدخول في مرحلة إعدادات جهاز الاختبار. يظهر على شاشة الجهاز الخيار :CABLE.
- اضغط على الأزرار UP أو DOWN حتى تصل إلى نوع الكيبل المطلوب اختباره والذي إما أن يكون UTP أو COAX.
- اضغط على ENTER لقبول الإعدادات التي قمت بها.
- استمر في الضغط على الأزرار UP/DOWN و ENTER حتى يصبح جهاز الاختبار مهيأ بالميزات أو الخصائص المبينة بالجدول التالي:

خيار الجهاز	الإعدادات المطلوبة	الإعدادات المطلوبة
CABLE:	UTP	COAX
WIRING:	10 Base-T	10 Base-2
CATEGORY:	CAT 5	N/A
WIRE SIZE	AWG 24	N/A
CAL to CABLE ?	NO	NO
BEEPING:	ON or OFF	ON or OFF
LCD CONTRAST	From 1 to 10	From 1 to 10

الخطوة الثانية: تركيب الكيبل المطلوب فحصه (UTP أو Coax)

- ضع الطرف الأول للكيبل المراد اختباره والمجهز بوصلته في مقبس UTP/FTP لجهاز الاختبار.
- ضع الطرف الثاني للكيبل في وصلة أنثى المقارن RJ45-RJ45 (Coupler) ثم أدخل المتعرف على هوية الكيبل Cable ID في الجهة الثانية من وصلة المقارن. تكون الوصلة ومتعرف الكيبل مزودين بجهاز اختبار الكيبلات المستخدم.
- بالنسبة للكيبل المحوري، ضع أحد أطرافه الذي يحتوي على الوصلة BNC في مقبس Coax على جهاز الاختبار، وهذا بدون تركيب أي نهاية أو مقاومة طرفية بالطرف الآخر للكابل.

الخطوة الثالثة: تنفيذ وظيفة فحص طول الكابل

باستخدام خاصية أو وظيفة LENGTH TEST للجهاز ووحدة الـ ID لمعرفة هوية الكيبل UTP، نستطيع أن نعرف ما إذا كان الكيبل سليماً أم لا. القيام بإجراء عمليات الفحص الأساسية لقطع الكيبلات السبعة وتسجيل النتائج في الجدول التالي.

رقم الكابل	نوع التوصيلة	عرض نتائج الاختبار	وصف المشاكل
١			
٢			
٣			
٤			
٥			
٦			
٧			

التطبيق السادس : تثبيت بطاقة الشبكة

الهدف من التطبيق:

بيان التثبيت الصحيح لبطاقة الشبكة على جهاز الحاسب.

التوضيح :

بطاقة الشبكة هي المكون الذي يربط الحاسب بالشبكة ويمكنه من الاتصال بها كما إن بطاقة الشبكة بالتشارك مع برنامج تشغيلها هي المسؤولة عن توصيل أي جهاز حاسب بالشبكة وإمكانيته من المشاركة مع أي أجهزة أخرى.

الأدوات والأجهزة المساعدة:

- جهاز حاسب يعمل على نظام التشغيل Windows 2000 أو Windows Xp.
- فتحة توسعة أو شق من نوع ISA أو PCI فارغة.
- بطاقة شبكة Ethernet من نوع ISA أو PCI.
- برنامج مشغل بطاقة الشبكة وبرنامج windows 2000 أو Windows Xp على قرص مدمج.
- كابل الشبكة.
- حزام معصم لتفريغ الكهرباء الساكنة.

خطوات تنفيذ التطبيق:

- أطفئ جهاز الحاسب واسحب سلك الكهرباء من الفيشة. استخدم حزام معصم لتأريض جسمك لضمان تفريغ أي كهرباء ساكنة.
- القيام بإزالة غطاء جهاز الحاسب.
- القيام بإخراج بطاقة الشبكة من كيسها المضاد للكهرباء الساكنة وإمساكها من زاويتها العلوية وتثبيتها في فتحة توسعة فارغة وتضمينها بواسطة أداة التضمين.
- القيام بإرجاع غطاء الجهاز إلى مكانه لتغطية جهاز الحاسب.
- وضع سلك الكهرباء في الفيشة ثم تشغيل الجهاز. يحاول معالج إضافة الأجهزة في نظام التشغيل من الكشف تلقائيا عن مشغل بطاقة الشبكة.

- يطلب نظام التشغيل بتزويده باسم للجهاز واسم لمجموعة العمل. اختر هذه الأسماء.
- انقر مرتين على أيقونة حوار شبكة الاتصال الموجودة على سطح مكتب جهاز الحاسب. إذا حصلت على أسماء باقي الأجهزة في نافذة العرض يعني هذا أن البطاقة تعمل بشكل صحيح. وإذا لم يظهر أي شيء في نافذة العرض، فيعني هذا أن نظام التشغيل يكون قد قام بتحميل مشغل بطاقة الشبكة بشكل غير متوافق مع البطاقة. وفي هذه الحالة يجب اتباع الخطوات التالية لإضافة برنامج مشغل الشبكة.

أ- انقر على زر ابدأ (START) ثم اختر مواضع شبكة الاتصال My Network Places

ب- إضافة موقع شبكة اتصال.

ت- انقر على "التالي" (NEXT) في نافذة معالج إضافة موقع شبكة الاتصال.

التطبيق السابع : إعدادات البروتوكول TCP/IP

الهدف من التطبيق :

الهدف من هذا التطبيق هو المقدرة على القيام بالمهام التالية:

- استخدام أيقونة شبكة Windows في لوحة التحكم لتحديد الإعدادات الحالية للشبكات.
- استخدام أداة أو خاصية Ipconfig لإيجاد إعدادات الشبكة.
- التعرف على نوع برنامج العملاء المستخدم.
- تحديد اسم الجهاز واسم النطاق (Domain).
- تحديد هوية بطاقة الشبكة ومن يقوم بتشغيل الشبكة.
- التعرف على بروتوكول الشبكة المترابك مع البطاقة المستخدمة.
- تحديد عنوان IP للجهاز المستخدم.
- تحديد قناع التفرع وعنوان IP البوابة الافتراضية.
- تحديد ما إذا كانت الخدمات DNS,DHCP,WINS مستخدمة وإيجاد عناوين IP الخاصة بالمخدمات المؤدية لهذه الخدمات.
- تحديد العنوان العتادي لمحطة العمل.
- استخدام إدارة أجهزة النظام للتأكد من أن بطاقة الشبكة تعمل بشكل صحيح.

التوضيح :

هذا البروتوكول مكون من مجموعة من البروتوكولات اللازمة للتحكم في نقل البيانات ذات التطبيقات المختلفة.

الأدوات والأجهزة المساعدة :

- أجهزة حاسب مع مكوناتها الطرفية.
- نظام تشغيل Windows 2000 أو Windows Xp محمل على الأجهزة.
- بطاقة شبكة مثبتة.

خطوات تنفيذ التطبيق:

الخطوة الأولى: تحديد إعدادات الشبكة لمحطة العمل.

يتم تشغيل الجهاز ثم سجل دخولك للشبكة. الأدوات الأساسية لجمع هذه المعلومات هي:

أ- أيقونة مواضع الشبكة على سطح المكتب.

ب- أداة أو خاصية Ipconfig.

ت- أيقونة النظام في لوحة التحكم.

الخطوة الثانية: استخدام أيقونة مواضع شبكة الاتصال وجهاز الحاسب لتحديد اسم محطة العمل، واسم النطاق، عميل الشبكة والبروتوكول المستخدم

- انقر بالزر الأيمن على أيقونة جهاز الحاسب ثم على خصائص النظام ثم على تبويب تعريف شبكة الاتصال للحصول على اسم الجهاز واسم النطاق.
- انقر بالزر الأيمن على أيقونة مواضع شبكة الاتصال (My Network Places)، ثم اختر خصائص وبعدها انقر بالزر الأيمن على Local Area Connection، ثم اختر خصائص لملاحظة مكونات الشبكة المثبتة على الجهاز.
- تشبه أيقونة عميل الشبكة جهاز الحاسب، وأيقونة بطاقة الشبكة تشبه بطاقة الشبكة، وأيقونة البروتوكول تشبه وصلة كيبل شبكة.
- سجل ما تلاحظه في الجدول التالي:

اسم الجهاز	
اسم النطاق	
نوع عميل الشبكة	
اسم مشغل بطاقة الشبكة	
البروتوكول المستخدم	
البروتوكول الثاني إذا كان	
مكونات شبكية أخرى	

الخطوة الثالثة: استخدام مربع حوار خصائص Local Area Connection لمعرفة الإعدادات المتعلقة بالبروتوكول TCP/IP كالعنوان IP، DHCP، DNS ثم قم بالمهام التالية

- انقر بالزر الأيمن على مواضع شبكة الاتصال ثم اختر خصائص ثم انقر بالزر الأيمن على Local Area Connection ثم اختر خصائص بعدها ضع علامة على TCP/IP ثم انقر على خصائص.
- انقر على خيارات متقدمة للحصول على المعلومات الإضافية المطلوب تسجيلها في الجدول الآتي:

أنقر على	نوع المعلومات	النتيجة الحاصل عليها
عام	كيف حصل الجهاز على العنوان IP	
عام	عنوان IP للجهاز	
عام	قناع الشبكة الفرعية	
عام	البوابة الافتراضية	
عام	هل خدمة DNS ممكنة؟	
عام	عنوان خادم DNS	
خيارات متقدمة	هل خدمة Winsممكنة	
خيارات متقدمة	عنوان خادم Wins	

الخطوة الرابعة: استخدام الأداة أو الخاصية Ipconfig وتشغيلها من سطر الأوامر (Command Prompt) ثم قم بالمهام التالية:

- انقر على ابدأ ثم (Start) ثم برامج ثم البرامج الملحقة.
- ثم انقر على موجه الأوامر ثم اكتب Ipconfig/all للحصول على المعلومات المطلوب تسجيلها في الجدول التالي:

عنوان IP الجهاز	
قناع التفرع	
العنوان العتادي	
البوابة الافتراضية	
عنوان خادم DHCP	
عنوان خادم DNS	
عنوان خادم Wins	

الخطوة الخامسة: استخدام جهاز الحاسب وإدارة الأجهزة للتأكد من أن بطاقة الشبكة وبرنامج تشغيلها يعملان بشكل صحيح.

- انقر بالزر الأيمن على جهاز الحاسب ثم انقر على إدارة ثم انقر على أيقونة إدارة الأجهزة ثم على علامة + (زائد) بجانب محولات الشبكة.
- ضع علامة على البطاقة المعنية بالأمر ثم بالزر الأيمن اختر خصائص.
- انقر على تبويب عام لمعرفة الشركة المصنعة لبطاقة الشبكة وعلى تبويب برنامج التشغيل وذلك للحصول على تفاصيل برنامج التشغيل.
- سجل المعلومات التي تحصل عليها في الجدول التالي:

الشركة المصنعة لبطاقة الشبكة	
هل تعمل البطاقة بشكل سليم	
تاريخ وإصدار المشغل	
اذكر واحدا من ملفات المشغل	

التطبيق الثامن: التهيئة الأساسية للشبكات المحلية

الهدف من التطبيق:

الهدف من هذا التطبيق هو المقدرة على القيام بالمهام التالية:

- إنشاء شبكة محلية بسيطة تحتوي على جهازي حاسب باستخدام كيبل عبور.
- إنشاء شبكة محلية بسيطة تحتوي على جهازي حاسب باستخدام مجمع أو مبدل وكيبلين.
- استخدام أيقونة مواضع شبكة الاتصال لتكوين إعدادات الشبكة
- استخدام الأمر Ring للتأكد من صحة الاتصال بين الجهازين.
- استخدام أداة أو خاصية Ipconfig للتأكد من كل إعدادات البروتوكول IP.

التوضيح :

يمكن للمتدرب من خلال هذا التطبيق القيام بتوصيل جهازي حاسب مع بعضهما لتكوين شبكة بسيطة من نوع الند للند Point-to-point ثم القيام بإنشاء ملف مع مشاركة على جهاز وإمكانية الوصول إليه من جهاز الحاسب الثاني. يمكن للمتدرب توصيل الجهازين كما يلي:

- توصيل الجهازين مباشرة من خلال كيبل عبور (Crossover).
- توصيل الجهازين من خلال مجمع (HUB) باستخدام وصلة مباشرة.

الأجهزة أو الأدوات المساعدة :

- جهازي حاسب مع نظام تشغيل Windows 2000 أو Windows Xp وبطاقات الشبكة مثبتة.
- كابل عبور من فئة Cat 5.
- قطعتا كيبل ذات وصلة مباشرة.
- مجمع مركزي أو مبدل.
- برنامج تشغيل بطاقة الشبكة.

خطوات تنفيذ التطبيق :

الخطوة الأولى: فحص توصيلات الشبكة المحلية:

التأكد من أن جميع الكيبلات المستخدمة في توصيلات الشبكة سليمة.

الخطوة الثانية: توصيل الأجهزة مع بعضها:

- التأكد من صحة تثبيت بطاقات الشبكة على مستوى كل محطة.
- توصيل المجمع أو المبدل إلى مصدر التغذية اللازم لتشغيله.
- توصيل الكيبلات من محطات العمل (الأجهزة) إلى منافذ المجمع.
- بعد تشغيل الجهازين يجب التأكد من أن الإشارات الخضراء على مستوى البطاقات ومنافذ المجمع مضيئة مما يثبت أن الاتصال سليم وصحيح بين البطاقات والمجمع.

الخطوة الثالثة: البروتوكولات وبطاقة الشبكة:

- استخدم أيقونة جهاز الكمبيوتر، وأداة أو خاصية إدارة الأجهزة وخصائص بطاقة الشبكة للتأكد من أن بطاقات الشبكة تعمل بشكل سليم وصحيح.
- إذا حدثت أي مشكلة مع بطاقة الشبكة أو مشغلها فسوف تظهر إشارة صفراء تدل على الأيقونة (تعارض) أو إشارة X حمراء تدل على أن المشكلة أخطر ولابد من معرفة السبب.
-

الخطوة الرابعة: فحص إعدادات البروتوكول TCP/IP:

- استخدم أيقونة مواضع شبكة الاتصال، ثم اختر خصائص بروتوكول TCP/IP مع مربع حوار خصائص الشبكة المحلية Local Area Network.
- افحص عنوان IP وعنوان الشبكة الفرعية لكل من محطتي العمل.
- استخدم عناوين من نوع C مثلا 192.168.30.10 لمحطة العمل الأولى و 192.168.30.20 لمحطة العمل الثانية وضبط قيمة Subnet Mask على 255.255.255.0.
-

الخطوة الخامسة: فحص إعدادات TCP/IP بواسطة أداة Ipconfig.

- انقر على ابدأ(Start) ثم برامج ثم برامج ملحقة ومنها اختر Command Prompt .
- نفذ الأمر Ipconfig /all.

- أكمل الجدول التالي:

اسم محطة العمل الأولى:	اسم محطة العمل الثانية:
عنوان IP:	عنوان IP:
Subnet Mask =	Subnet mask =
العنوان المادي:	العنوان المادي:

الخطوة السادسة: فحص ارتباط الشبكة بواسطة الأداة Ring:

- استخدم الأمر Ping لفحص إعدادات البروتوكول TCP/IP.
- انقر على ابدأ(Start)، برامج، برامج ملحقة ثم اختر موجه الأوامر Command Prompt.
- نفذ الأمر Ping على الجهاز الأول كالتالي: Ping 192.168.30.20.
- ما هي نتائج الأمر Ping؟

الخطوة السابعة: خيارات شبكة Windows:

- من خصائص مواضع شبكة الاتصال انقر بالزر الأيمن على Local Area Network ثم اختر خصائص للتأكد من أن المكونات التالية مثبتة ومنصبة:
  ١- Client for Microsoft Network
  ٢- أيقونة بطاقة الشبكة.
  ٣- Internet Protocol TCP/IP.

❖ أدخل Workgroup بالنسبة لمجموعة العمل الخاصة بالجهازين وهذا من خصائص تبويب تعريف شبكة الاتصال.

❖ أكمل الجدول التالي:

نوع العميل (Client)	
نوع بطاقة الشبكة	
البروتوكول	

الخطوة الثامنة: التأشير على File and Print Sharing:

- في مربع حوار خصائص Local Area Network اضغط على تثبيت ثم انقر على الخدمة ثم انقر على إضافة ثم اختر File and Printer Sharing for Microsoft Network.

الخطوة التاسعة: مشاركة الملفات:

- المطلوب إنشاء مجلد أو ملف على مستوى محطة العمل الأولى باسم " مجلد مشاركة" بعدها علم مشاركة هذا المجلد ثم انقر على موافقة.
- اتجه إلى محطة العمل الثانية ثم انقر مرتين على مواضع شبكة الاتصال، ثم على شبكة اتصال كاملة ثم Workgroup حينئذ ترى المجلد الذي تمت المشاركة عليه وهنا تبدأ إمكانية تبادل الملفات بين جهازي الشبكة.

المراجع

1. Data and Computer Communications, 3rd. Ed., WILLIAM STALLINGS, 1991.

2. Data and Computer Communications, 6th. Ed., WILLIAM STALLINGS, 2003.

3. Communication Networks, LEON GARCIA, 2000.

4. Communication Networks, LEON GARCIA, 2004.

5. Wireless Communications and Networking, WILLIAM STALLINGS.

6. Advanced Electronic Communications Systems, 4th.Ed, Wayne Tomasi, 1998.

7. Data Communications and Networking,2nd., Behrouz A. forouzan.

المحتويات